HANDBUCH
DER
PFLANZEN-
KRANKHEITEN

BAND VI/1

1. LIEFERUNG

CAB INTERNATIONAL
MYCOLOGICAL INSTITUTE
LIBRARY
IMI \ Books / SOR

20 JUL 1953

Handbuch

der

Pflanzenkrankheiten

Begründet von

Paul Sorauer

In sechs Bänden herausgegeben

von

Prof. Dr. phil. et rer. nat. Dr. h. c. Otto Appel
Geh. Reg.-Rat, Präsident a. D. der Biologischen Reichsanstalt
für Land- und Forstwirtschaft in Dahlem

und

Prof. Dr. Hans Blunck
ehem. Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten
der Universität Bonn

PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG
VERLAG FÜR LANDWIRTSCHAFT, GARTENBAU UND FORSTWESEN
Berlin SW 68, Lindenstr. 44-47

Handbuch

der

Pflanzenkrankheiten

Sechster Band

Pflanzenschutz

Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten

Zweite neubearbeitete Auflage

Erste Lieferung

Unter Mitwirkung von Prof. Dr. H. Braun, Prof. Dr. W. H. Fuchs,
Präsident Prof. Dr. G. Gassner, Prof. Dr. H. Morstatt

herausgegeben von

Prof. Dr. phil. et rer. nat. Dr. h. c. Otto Appel
Geh. Regierungsrat

Mit drei Abbildungen

1952

PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG
VERLAG FÜR LANDWIRTSCHAFT, GARTENBAU UND FORSTWESEN
Berlin SW 68, Lindenstr. 44-47

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks
und der photomechanischen Wiedergabe, vorbehalten.
Copyright 1939 by Paul Parey in Berlin. Printed in Germany

Vorwort zur zweiten Auflage

Zwölf Jahre sind seit der Herausgabe dieses Doppelbandes über den Pflanzenschutz vergangen. In dem Vorwort zur ersten Auflage sind die Absichten, die seinerzeit zu seiner Bearbeitung geführt haben, dargelegt. Dem Appell an die Benutzer des Buches, Änderungsvorschläge mir mitzuteilen, ist von keiner Seite Folge geleistet worden. Ich glaube daraus schließen zu dürfen, daß meine Auffassung vom Gesamtgebiet und die Art der Darstellung als zweckmäßig anerkannt worden ist. Wenn ich jetzt an die Neuherausgabe dieses Teiles des Handbuches gehe, so machen sich viele Änderungen notwendig, vor allen Dingen deshalb, weil ein Teil der Mitarbeiter nicht mehr am Leben, ein anderer durch irgendwelche Umstände verhindert war, die neue Bearbeitung vorzunehmen.

Nicht zum wenigsten aber machte auch die ungeheuere Papierpreiserhöhung Schwierigkeiten. Um diese zu vermindern bzw. die Anschaffung des Buches zu erleichtern, erscheint der erste Halbband in zwei in sich abgeschlossenen Lieferungen, und zwar:

Lieferung 1: Die wirtschaftliche Bedeutung und die Aufgabe des Pflanzenschutzes.

Lieferung 2: Die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten und Schädlinge.

Für die erste Lieferung haben die Herren Braun, Fuchs, Gassner und Morstatt die Bearbeitung übernommen, für die zweite die Herren Trappmann, Winkelmann, W. Fischer und Tomaszeski.

So möge der VI. Band auch unter den erschwerten Verhältnissen der heutigen Zeit seinen Weg machen und sich seine Neuordnung bewähren. Allen, die an diesem Band mitgearbeitet haben, danke ich herzlich für ihr Interesse, durch das allein sie imstande waren, die Neubearbeitung den heutigen Verhältnissen anzupassen, ebenso gilt der Dank auch meinem ständigen Mitarbeiter C. H. Krause und dem Verlag Paul Parey.

Berlin-Zehlendorf, im Dezember 1951 Otto Appel

Vorwort zur ersten Auflage

Als Sorauer im Jahre 1874 sein „Handbuch der Pflanzenkrankheiten" zum ersten Male herausgab, bestand dasselbe aus einem wenig umfangreichen Band, der in einem größeren Teil die Darstellung physiologischer Krankheiten und in einem kleineren die Beschreibung von Krankheiten, die durch Pflanzen hervorgerufen werden, brachte. Wenn auch das Buch dem damaligen Stande der Wissenschaft entsprach, so war es doch, gemessen an unserer heutigen Auffassung, außerordentlich lückenhaft und zeigte deutlich, daß eine planvolle Bearbeitung aller der Fragen, die zur Erhöhung unserer Erträge zu lösen sind, noch nicht vorhanden war.

Die späteren Auflagen zeigten ein getreues Spiegelbild der Kenntnis der Pflanzenkrankheiten und ihrer Entwickelung. Aber bis zur 4. Auflage kann man deutlich erkennen, daß die naturwissenschaftliche Betrachtungsweise im Vordergrund stand. Erst in den letzten 30 Jahren hat man sich allmählich darauf besonnen, daß das Studium der Pflanzenkrankheiten nicht nur ein interessantes wissenschaftliches Problem, sondern vor allem eine wirtschaftliche Notwendigkeit bedeutet. Nachdem dann bei der 3. Auflage auch die tierischen Schädlinge mit in das Handbuch hereingezogen waren, gliederte es sich in drei ungefähr gleichwertige Teile, nämlich den der nichtparasitären Krankheiten sowie den der durch Pflanzen und den der durch Tiere hervorgerufenen Krankheiten und Schädigungen.

Der ganzen Anlage des Werkes nach ist die Darstellung entsprechend den Arbeiten auf diesem Gebiete auch heute noch vom Gesichtspunkte der Naturwissenschaften aus erfolgt, wenn auch mehr und mehr die praktisch-wirtschaftliche Seite mit berücksichtigt wurde.

Inzwischen hat sich die Einsicht, die weitschauende Forscher schon seit langem hatten, daß nämlich die Pflanzenkrankheiten sowohl privat- als auch volkswirtschaftlich eine sehr große Rolle spielen, allmählich überall Bahn gebrochen, und daraus hat sich weiter ergeben, daß man sich auch mehr dem Ausbau der Bekämpfungsmaßnahmen zuwandte. Neben der Kenntnis der Ursachen und der Entwicklung der Pflanzenkrankheiten mußten nunmehr auch die Vorbeugung und die Heilung auf eine breitere wissenschaftliche Grundlage gestellt werden. So entstand in den letzten Jahrzehnten eine ganz neue Richtung, die als Pflanzenschutz zu bezeichnen ist. Nach wie vor bildet natürlich die eingehendste Kenntnis der gesunden und kranken Pflanzen die Grundlage aller dahingehenden Bestrebungen; aber mit der Entwicklung der verschiedenartigsten Hilfsmittel zu ihrer Bekämpfung wurden außer Botanik und Zoologie auch die Chemie und die Technik sowie die Kenntnis von gesetzgeberischen und Verwaltungs-Maßnahmen von immer größerer Wichtigkeit.

Dies veranlaßte mich schon vor Jahren zu dem Entschluß, das „Handbuch" um einen Band zu erweitern, der alle diese Belange in einer übersichtlichen Darstellung behandelt. Der Inhalt eines solchen Bandes muß neben der wirtschaftlichen Bedeutung des Pflanzenschutzes zunächst eine ausführliche Darlegung seiner Aufgaben bringen, die einerseits die Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen (Hygiene) und andererseits ihre Bekämpfung (Therapie) umfassen. Unter Hygiene fallen die Kultur-, Entseuchungs- und Absperrmaßnahmen, während die Therapie die physikalischen, chemischen und biologischen Methoden der Bekämpfung umfaßt. Dabei sind besonders auch die Methoden zu ihrer Prüfung und der daraus folgenden Kontrolle der Mittel in chemischer und biologischer Wirkung behandelt. Aber auch die technischen Hilfsmittel, wie die verschiedenartigsten Apparate, bedurften einer einheitlichen Bearbeitung. Ein weiterer Teil umfaßt die Bewertung des Saat- und Pflanzgutes, wie er in der Saaten- und Pflanzgutanerkennung, der Samenkontrolle und der Feststellung von Sortenechtheit und -reinheit zum Ausdruck kommt. Auch die Fragen der Züchtung immuner Sorten sowie die biologische Bekämpfung mußten berücksichtigt werden.

Ferner mußte der Pflanzenschutzdienst, der inzwischen in einer ganzen Reihe von Staaten eingerichtet ist, in seinen Aufgaben und Einrichtungen grundlegend dargestellt werden, wie auch ein Überblick über die Pflanzenschutzgesetzgebung geschaffen werden mußte.

Endlich soll dieser Band auch einen zuverlässigen Führer durch die grundlegende Literatur geben.

Schon aus diesem Überblick ist ersichtlich, ein wie umfangreiches Material bearbeitet werden mußte. Dies ist auch der Grund, daß das Erscheinen dieses Bandes länger, als ich selbst gewünscht habe, auf sich warten ließ.

Daß eine solche Darstellung, wenn sie den Charakter einer monographischen Bearbeitung tragen soll, nicht von einem Einzelnen, sondern von einer ganzen Anzahl von Spezialisten erfolgen muß, ist in der heutigen Zeit selbstverständlich. Eine solche Zusammenarbeit bringt aber auch allerlei Schwierigkeiten mit sich, um so mehr, als sich die einzelnen Abschnitte überschneiden, und es nicht immer vermieden werden konnte, daß einzelne Fragen von verschiedenen Gesichtspunkten aus behandelt worden sind.

Auch ist es bei der noch stark im Fluß befindlichen Materie nicht zu vermeiden gewesen, daß manche Kapitel mehr lehrbuchmäßig dargestellt sind. Das hat aber andererseits den Vorteil, daß dadurch die noch bestehenden Lücken in unserem Wissen deutlicher hervortreten.

Wie schon bei den vorhergehenden von mir herausgegebenen Bänden, so habe ich auch diesmal wieder Herrn Oberregierungsrat Dr. Stapp ganz besonders zu danken für seine viel Mühe erheischende Mitarbeit bei der Herausgabe. Auch der Verlagsbuchhandlung bin ich zu großem Dank verpflichtet für das verständnisvolle Eingehen auf die sich während der Ausarbeitung ergebenden Wünsche und die damit verbundene Verzögerung der Fertigstellung der Handschrift. Endlich danke ich auch allen Bearbeitern der einzelnen Abschnitte für ihre Mitarbeit; ihre Namen finden sich auf dem Titelblatt und über jedem einzelnen der von ihnen bearbeiteten Abschnitte.

Wenn ich nun diesen neuen Band all' denen vorlege, die davon Nutzen haben sollen, so bin ich mir wohl bewußt, daß ihm vielleicht noch allerlei Mängel anhaften werden. Das ist selbstverständlich, da es sich um einen ersten Versuch handelt, ein verhältnismäßig junges Gebiet in einem Handbuch zusammenzufassen. Dankbar wäre ich jedem, der Verbesserungsvorschläge hat, wenn er mir dieselben mitteilte, damit ich sie in einer neuen Auflage, die ich noch zu erleben hoffe, berücksichtigen kann. Mein höchster Wunsch ist es aber, daß auch dieser Band Nutzen stiftet und allen denen, die im Pflanzenschutz tätig sind oder sich ihm zuwenden, ein wertvolles Hilfsmittel ist, zu dem sie gern greifen.

Berlin-Zehlendorf, im Dezember 1938 Dr. Otto Appel

Das Gesamtwerk umfaßt folgende Bände:

I. Band: Die nichtparasitären und Viruskrankheiten

1. Halbband, 6. Aufl. 1933. 592 S. mit 123 Textabb. Ganzl. gbd. 46,— DM
2. Halbband, 6. Aufl. 1933. 553 S. mit 147 Textabb. Ganzl. gbd. 44,— DM

II. Band: Die pflanzlichen Parasiten. 1. Teil

5. Aufl. 1928. 758 S. mit 125 Textabbildungen . . Ganzl. gbd. 48,60 DM

III. Band: Die pflanzlichen Parasiten. 2. Teil

5. Aufl. 1932. 948 S. mit 195 Textabbildungen . . Ganzl. gbd. 66,— DM

IV. Band: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. 1. Teil

5. Aufl. 1. Lieferung 1950. 458 S. mit 210 Textabbildungen.
Ganzleinen gbd. mit Titelbogen und Sachregister . . . . . 44,— DM

Die zweite Lieferung wird unter anderem den umfangreichen Abschnitt über die Lepidopteren (Schmetterlinge) enthalten und Frühjahr 1952 erscheinen.

V. Band: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. 2. Teil

5. Aufl. in 4 Lieferungen in Vorbereitung,
1. Lieferung erscheint Frühjahr 1952.

VI. Band: Pflanzenschutz, Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten

1. Halbband, 2. Aufl. 1. Lieferung 1952. 464 S. Ganzleinen gbd. 78,— DM
2. Lieferung erscheint im Laufe des Jahres 1952.

2. Halbband, 1941. 740 Seiten mit 82 Textabbildungen. Ganzl. gbd. 52,— DM

Jeder Band ist einzeln käuflich

Inhaltsverzeichnis

Erster Abschnitt: Die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes Seite

Von Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. H. Morstatt, Berlin-Dahlem 1

I. Die Schäden 2

1. Art der Schäden 2
2. Ermittlung der Schadenswerte 4
3. Schadenszahlen 9

II. Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen 13

III. Erfolge des Pflanzenschutzes 15

IV. Volkswirtschaftliche Bedeutung 20

V. Ernteschädenversicherung 23

VI. Staat und Pflanzenschutz 24

Zweiter Abschnitt: Die Aufgaben des Pflanzenschutzes

I. Die Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen (Hygiene). Von Prof. Dr. H. Braun, Bonn. . 26

A. Kulturmaßnahmen. Von Prof. Dr. H. Braun, Bonn 32

a) Standortsberücksichtigung 36

1. Berücksichtigung des Standortes als Ganzem 36
2. Berücksichtigung einzelner Standortsfaktoren 45

α) Klima 45
β) Boden 50
γ) Örtliche Lage 58

b) Standortsverbesserung 60

1. Klimaverbesserung 61
2. Bodenverbesserung 68
3. Bodenbearbeitung 74
4. Düngung 82

c) Die Pflanze als unmittelbares Objekt hygienischer Kulturmaßnahmen. 104

1. Fruchtwechsel 105
2. Sortenwahl 113
3. Saatgutauslese 123
4. Saatzeit 127
5. Saattiefe 136
6. Standweite 139

B. Entseuchungsmaßnahmen 144

a) Bodenentseuchung. Von Prof. Dr. W. H. Fuchs, Ladenburg. . 144

I. Biologische Grundlagen der Bodenentseuchung 144

1. Ziel der Bodenentseuchung 144
2. Bodenentseuchung und Bodenmüdigkeit 145
3. Bodenentseuchung als Pflanzenschutzmaßnahme 146

Seite

II. Bodenentseuchung auf biologischem Wege 149

III. Bodenentseuchung auf physikalischem Wege 153
1. Mechanische Maßnahmen 153
a) Überflutung 153
b) Bodenaustausch 157
2. Anwendung von Elektrizität 157
3. Anwendung von Wärme 158
a) Anwendung trockener Hitze 158
α) Sonneneinstrahlung 158
β) Abbrennen 159
γ) Trockene Erhitzung 160
δ) Erhitzung des Bodens mit elektrischen Geräten 161
b) Heißwasser 163
c) Dämpfen 164
α) Dampferzeugung 164
β) Dämpfeinrichtungen 165
γ) Wahl des zweckmäßigsten Verfahrens 170
δ) Durchführung des Dämpfens 171
ε) Die Wirkung der Bodendämpfung 174

IV. Bodenentseuchung mit chemischen Mitteln 176
Allgemeines 176
1. Theoretische Grundlagen der chem. Bodenentseuchung . 178
a) Vergasungsmittel 178
α) Physikalisch-chemische Eigenschaften der Mittel 178
β) Empfindlichkeit der Schädlings 182
γ) Empfindlichkeit der Nutzpflanzen und Bodenorganismen 183
b) Nichtflüchtige Bodenentseuchungsmittel 185
2. Praktische Anwendung 185
a) Zeitpunkt und Dosierung 185
b) Technik der Anwendung 187
3. Vergleich der Wirksamkeit von Bodenentseuchungsmittel 193
a) Toxizitätsbestimmung 193
b) Feldversuche 196
Die einzelnen Bodenentseuchungsmittel 198
1. Alkali und Erdalkaliverbindungen 199
a) Kalisalze 199
b) Ammoniak und Ammonverbindungen 201
c) Kalk 202
2. Schwermetallverbindungen 204
a) Kupferverbindungen 204
b) Quecksilberverbindungen 206
aa) Anorganische Quecksilberverbindungen 207
α) Sublimat 208
β) Kalomel 211
γ) Weitere anorganische Quecksilberverbindungen 214
bb) Organische Quecksilberverbindungen 214
α) Chlorphenolquecksilber 215
β) Zyanmerkurikresolnatrium 216
γ) Äthylmercuriphosphat 216
δ) Äthylmercurichlorid 217
ε) Äthylmercurijodid 217
ζ) andere Verbindungen 217

Seite

c) Mangan- und Chromverbindungen 217
α) Kaliumpermanganat 217
β) Chromverbindungen 217
3. Arsenverbindungen 217
a) Arsenik 218
b) Arsenate 219
α) Bleiarsenat 219
β) Magnesiumarsenat 222
c) Arsenite 222
α) Schweinfurter Grün 222
β) Natriumarsenit 222
4. Anorganische Schwefelverbindungen 222
a) Schwefel 222
b) Schwefelkalkbrühe und Sulfide 225
5. Anorganische Halogenverbindungen 225
a) Kalziumhypochlorit 225
b) Natriumchlorit 226
c) Fluoride 226
d) Fluorokieselsäure 226
6. Säuren 227
a) Schwefelsäure 227
b) Essigsäure 228
7. Formaldehyd 229
a) Formaldehyd 229
b) Paraformaldehyd 234
8. Cyan-Verbindungen 235
a) Cyanide 235
α) Cyanalkalien 236
β) Kalziumcyanid 239
b) Kalziumcyanamid 244
c) Schwefelhaltige Cyanverbindungen 247
α) Thiocyanate 247
β) Isothiocyanate 248
γ) Thiocarbamate u. verw. Verbindungen 248
9. Schwefelkohlenstoffverbindungen 249
a) Schwefelkohlenstoff 249
α) Wirkungsweise 250
β) Schwefelkohlenstoffemulsionen 253
γ) Empfindlichkeit der Pflanzen 254
δ) Anwendung von Schwefelkohlenstoff 255
b) Schwefelkohlenstoffentbindende Salze 264
α) Sulfokarbonate 264
β) Kaliumxanthogenat 266
10. Aliphatische Halogenverbindungen 266
a) Chlorverbindungen 266
α) Chloroform 266
β) Tetrachlorkohlenstoff 266
γ) Dichloräthan 267
δ) Polychloräthane 270
ε) Dichlorpropan 271
ζ) Dichlorpropan-Dichlorpropylen-Mischung . . . 271
η) Dichloräthyläther 275
b) Chlornitroverbindungen 277
α) Chlorpikrin 277

Seite

c) Bromverbindungen 284
α) Methylbromid 284
β) Dibromäthan 286
γ) 1-Chlor-3-brompropylen 289
11. Aromatische Chlorverbindungen 289
a) Paradichlorbenzol 289
b) o-Dichlorbenzol 296
c) Polychlorbenzole 297
d) Chlorderivate der Phenoxyessigsäure 297
e) Nitrobenzole und deren Chlorderivate 298
α) Nitrobenzol 298
β) Trinitrophenol 298
γ) Chlornitrobenzol 298
δ) Pentachlornitrobenzol 299
ε) Trichlordinitrobenzol 299
ζ) Produkte verschiedener Chlorierungs- und Nitrierungsstufen 300
f) Dichlordiphenyltrichloräthan (DDT) 300
g) Weitere substituierte Diphenyläthane 304
12. Carbocyclische Chlorverbindungen 304
a) Hexachlorcyclohexan 304
b) Chlordane 310
c) Oktochlorkamphen 311
d) Chlorierte Hydronaphthaline 311
α) Aldrin 311
β) Dieldrin 312
e) Chlorierte Chinone 312
13. Teerprodukte 312
a) Phenol (Karbolsäure) und Kresole 312
b) Naphthalin (Naphthalene) 314
c) Teerdestillate (Tar oils, Karbolineum) 320
α) Karbolineum 320
β) Benzol 321
γ) Mittelöl (Kreosot, Creosote oil) 322
δ) Schweröl (Athracenöl) 322
ε) Spezialprodukte 323
14. Mineralölprodukte 323
15. Alkylphosphorsäureester 325
16. Verschiedene Mittel von geringerer Bedeutung 326
a) Anorganische Verbindungen 326
b) Organische Verbindungen 327
Die praktische Bedeutung der Bodenentseuchung 329
1. Anwendungsbereiche der Mittel 329
2. Kosten der Bodenentseuchung 331

Beizung und Entseuchung von Saat- u. Pflanzgut. Von Prof. Dr. G. Gassner Präsident der Biologischen Bundesanstalt, Braunschweig 334
Begriffsbestimmung und Abgrenzung 334
A. Beizung 335
1. Grundlagen und Grundsätzliches 335
2. Chemische Beizung 337
a) Beizverfahren 337
Tauchbeize 337
Benetzungsbeize 339
Kurznaßbeize 340

Seite

Trockenbeize 341
Staubnaßbeize 343
Überschußbeize 343
b) Die chemischen Beizmittel 344
Kupfermittel 344
Formalin 345
Quecksilberhaltige Beizmittel 346
Beizmittel auf sonstiger Grundlage 348
Gase 348
c) Die Beizung der verschiedenen Sämereien 349
Getreide 349
Rübensamen 351
Hülsenfrüchte 352
Samen von Gemüse und Zierpflanzen 353
Samen von Faserpflanzen 355
Samen sonstiger Pflanzen 356
d) Die chemische Beizung von Knollen, Zwiebeln und Stecklingen . 357
Knollen 357
Zwiebeln 359
Stecklinge und junge Pflanzen 360
3. Physikalische Beizverfahren 361
Elektrizität und Strahlen 362
Feuchte Wärme 363

B. Entseuchung 368
1. Samen 369
2. Knollen und Zwiebeln 371
3. Stecklinge und Pflanzgut 372

C. Absperrmaßnahmen (Quarantäne). Von Prof. Dr. H. Braun, Bonn . . 374
a) Umfang und wirtschaftliche Bedeutung der Verschleppung von Pflanzenschädlingen 375
b) Begriffsbegrenzung 379
c) Grundlagen der Pflanzenquarantäne 382
1. Wirtschaftliche Gesichtspunkte 382
2. Biologische Gesichtspunkte 385
d) Durchführung der Pflanzenquarantäne 390
1. Grenzschutz 392
α) Bedingungslose Einfuhrverbote 392
β) Bedingte Einfuhr 398
γ) Durchfuhr 408
2. Sperrung der Seuchengebiete 410
Sachverzeichnis 418

Erster Abschnitt

Die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes

Von Prof. Dr. H. Morstatt, Berlin-Dahlem

I. Die Schäden. 1. Art der Schäden. 2. Ermittlung der Schadenswerte. 3. Schadenszahlen. — **II. Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen. — III. Erfolge des Pflanzenschutzes. — IV. Volkswirtschaftliche Bedeutung. — V. Ernteschädenversicherung. — VI. Staat und Pflanzenschutz.**

Unabhängig von einer wissenschaftlichen Umgrenzung des Krankheitsbegriffes bei den Pflanzen hat der Pflanzenschutz die Aufgabe, Ertragsschäden an den Nutzpflanzen auszuschalten oder herabzumindern. Als einer praktischen Maßnahme in der Arbeit des Pflanzenbaues, des wichtigsten Zweiges der Wirtschaft und zugleich ältesten der menschlichen Kultur, kommt dem Pflanzenschutz eine unmittelbare wirtschaftliche Bedeutung selbstverständlich zu. Ist diese wirtschaftliche Bedeutung an sich unbestritten, so muß doch der Nachweis ihres Umfanges den Gegenstand eingehender Untersuchung bilden. Denn gerade als praktische Maßnahme ist die Anwendung des Pflanzenschutzes schlechthin eine Frage der Rentabilität sowohl im Einzelfalle wie für das Ganze der Wirtschaft und den Staat. Für beide richtet sich das Maß der zu leistenden Aufwendungen nach dem möglichen Erfolg und nach der Größe der zu vermeidenden Schäden. So teilt sich der Nachweis der wirtschaftlichen Bedeutung des Pflanzenschutzes in die drei Probleme: die Vorfrage nach der Höhe der regelmäßig oder periodisch auftretenden Schädigungen und die Fragen der Kosten und des Erfolges der Pflanzenschutzmaßnahmen. Am einfachsten sind hierbei naturgemäß die Kosten der Maßnahmen zu berechnen, während die Abschätzung der Schäden, insbesondere der Anteil einzelner Ursachen oder Erreger an ihnen, vielfachen Schwierigkeiten begegnet und schließlich die Erfolge ausgeführter Maßnahmen zwar in der Regel durch Vergleich mit ungehinderter Auswirkung von Schäden einfach und sicher gemessen werden können, sich aber in den Fällen, wo drohende Gefahren von vornherein und vollständig unterdrückt werden, einer genauen Berechnung überhaupt entziehen.

Im Umfang seiner Leistungen hat der moderne Pflanzenschutz längst einen Stand erreicht, auf dem seine wirtschaftliche Bedeutung nicht mehr nur als Angelegenheit des produzierenden Pflanzenbauers anzusehen ist, sondern sich durch Übergreifen auf die Sicherung der Volksernährung und der Ausfuhrproduktion als ein Faktor volkswirtschaftlichen Interesses auswirkt. Auch diese volkswirtschaftliche Leistung ist einer Erörterung zu unterziehen, wenn die Bedeutung des Pflanzenschutzes umfassend gewürdigt werden soll.

I. Die Schäden

1. Art der Schäden

Die Mißjahre als Ursache von Hungersnöten, von denen die Geschichte berichtet und die durch bessere Kulturmethoden und durch den erleichterten Verkehr in ihren schlimmsten Wirkungen gemildert sind, aber in unentwickelten Ländern auch heute noch mit unverminderter Heftigkeit auftreten, sind Dürrejahre und von unserem Standpunkte aus Folgen der Wachstumsschädigung infolge von Regenmangel. Auch sonst sind die durch atmosphärische Einflüsse hervorgerufenen nichtinfektiösen Krankheiten nach Umfang und Bedeutung die wichtigsten Pflanzenkrankheiten, wie neben den Dürreschäden die Schäden durch Nässe und Kälte (z. B. Spät- und Frühfröste) zeigen. Außer diesem etwa zwei Drittel aller durchschnittlichen Schäden umfassenden Anteil sind die klimatischen Einflüsse auch noch das wichtigste begünstigende Moment bei der Entstehung der übrigen, durch Viren, durch Pflanzen (parasitische Pilze, Bakterien und Unkräuter) und durch Tiere verursachten Schäden, teils unmittelbar durch Einwirkung auf die Pflanze, teils mittelbar durch Einwirkung auf den Parasiten.

Da wir die klimatischen Faktoren nicht regulieren können, ist der Pflanzenschutz hier durchweg auf vorbeugende Maßnahmen angewiesen, die sich auch in diesem Falle am engsten mit den sonstigen Maßnahmen des Anbaues, den Kulturmethoden berühren, und sicher hat die Rücksicht auf Krankheiten und Schäden unbewußt auf die Ausbildung vieler Anbaumethoden entscheidend eingewirkt. Daher ist die Behauptung, daß die Pflanzen durch die Kultur anfälliger gegen Krankheiten und Schädlinge werden, als allgemeine Behauptung durchaus nicht gerechtfertigt[1]). Sehen wir von der Erkennung bisher unbeachteter Krankheiten ab, so liegt eine Zunahme allerdings vor in der Einschleppung aus anderen Kontinenten, im vereinzelten Übergang aus Unkräutern auf Kulturpflanzen und wohl auch bei einem Teil der Virosen, deren Entstehung noch ungeklärt ist.

Um die Bedeutung der pflanzlichen Krankheiten und tierischen Schädlinge ganz allgemein zu veranschaulichen, genügt es, nur wenige Beispiele anzuführen. Es sind hier vor allem die Getreidekrankheiten Rost und Brand und das Mutterkorn zu nennen, von denen die Geschichte oft berichtet, die Krautfäule der Kartoffel, die Schorfkrankheiten des Obstes, die Holzfäulen. Von Insekten gehören zu den schädlichsten die in Verbindung mit Dürrejahren an allen Kulturen verderblichen Heuschrecken, die schon in der Bibel mehrfach erwähnt werden, und die in ihrer Gesamtheit ebenso allgemein gefährlichen Raupen. Gegen größere Wirbeltiere hat der Mensch sich schützen gelernt, aber die Feldmäuse, ebenso von Trockenheit begünstigt wie die Heuschrecken, sind für das gemäßigte Klima oft von ähnlicher Bedeutung. Auf weitere Einzelbeispiele einzugehen, kann hier nicht der Ort sein; sie zu schildern ist der Zweck der übrigen Bände dieses Hand-

---

[1]) Näheres hierüber s. Morstatt, H., Über die Frage der Zunahme der Pflanzenkrankheiten. Mitt. Biol. Reichsanst. Nr. 48, 1934, 63—72; Riehm, E., Über die Zunahme der Pflanzenkrankheiten und Schädlinge. Zeitschr. Pflanzenkrankh. **53**, 1943, 1—12; Blunck, H., Nimmt die Zahl der Pflanzenkrankheiten und Schädlinge zu? Biologe **13**, 1944, 107—118.

buches. Es sei nur noch gesagt, daß den genannten Beispielen, die die Kulturgeschichte begleiten, zahlreiche andere gegenüberstehen, in denen Großschädlinge gleichzeitig mit ihren Nährpflanzen oder später durch den Verkehr in andere Länder verschleppt wurden. Für Europa gehören hierzu u. a. die Mehltaupilze des Weinstockes, der Kartoffel und des Hopfens, die bakteriellen Erreger des Wildfeuers bei Tabak und der Fettfleckenkrankheit der Bohnen, die Blutlaus, die San-José-Schildlaus, der Kartoffelkäfer, die Reblaus[1]). Reicher an solchen Einschleppungen ist der nordamerikanische Kontinent; erwähnt seien nur Weymoutskiefernrost, Hessenfliege, Maiszünsler, Schwammspinner, japanischer Käfer, Baumwollkapselkäfer und roter Kapselwurm. Bis 1930 sind dorthin mehr als 70 schädliche Insekten eingeschleppt worden, die zum allergrößten Teile aus Europa kamen.

Die erwähnten Beispiele zeigen auch, daß wir ein stationäres Auftreten mit regelmäßig vorkommenden Schäden und ein periodisches Auftreten, bei dem unmerkliche Schäden mit Jahren der Massenvermehrung nach Art der Epidemien wechseln, unterscheiden können. Haben einerseits die regelmäßigen durchschnittlichen Schäden früher viel zu wenig Beachtung gefunden, so daß ihre Bedeutung nicht erkannt oder unterschätzt wurde, so stellen anderseits die als „Plagen" oder „Seuchen" auftretenden Großschäden den Pflanzenschutz stets vor besonders schwer zu lösende Aufgaben.

Die Schäden aller dieser Krankheitserreger und Insekten sind zunächst Ertragsminderungen, die mengenmäßig wirken, aber sie wirken auch bei jedem Produkt mehr oder weniger qualitätsmindernd[2]). Als Qualitätsschäden im besonderen oder technische Schäden gelten solche, bei welchen wie bei Früchten oder Holz die reine Ernteminderung gegenüber der Qualitätsminderung ganz in den Hintergrund tritt.

Auch in der Art einer Kultur und des von ihr stammenden Produktes liegen wesentliche Unterschiede des Auftretens wie auch der Bekämpfungsmöglichkeit von Schäden. Am deutlichsten sind sie bei Feldkulturen einjähriger Gewächse gegenüber den ausdauernden Baumkulturen, bei denen schon Größe und Wert der Einzelpflanze ein anderes Eingreifen gestatten. Die mit der Intensivierung der Kultur zunehmende Größe der einzelnen Anbauflächen, die auf Neuland lange Zeit übliche Monokultur ohne geregelte Fruchtfolge und das Fehlen andersartiger Gewächse auf weite Flächen bei der Ausbildung der sogenannten Kultursteppe schaffen ebenfalls besondere Bedingungen, welche das Umsichgreifen von Krankheiten und die Vermehrung mancher Schädlinge begünstigen können. Ebenso bedingen naturgemäß Klimaunterschiede ein verschiedenes Auftreten von Krankheiten und Schädlingen. Im jeweiligen Klima sind die an der Grenze der Anbauwürdigkeit stehenden Gewächse besonders gefährdet, wie das Beispiel des mitteleuropäischen Weinbaues zeigt, während kontinentales und Seeklima, gemäßigtes und tropisches Klima ihre eigenen Besonderheiten im Auftreten von

[1]) Vgl. hierzu: Stakman, E. C., Die Bedeutung eines Pflanzenschutzgesetzes für die europäischen Länder. Mitt. D. L. G., Stück 24 u. 25, 1931.

[2]) Eine genaue Feststellung und Vergleichung quantitativer und qualitativer Schäden findet sich bei Klemm, M., Schwarzrostauftreten in Deutschland und Südosteuropa im Jahre 1932. Landw. Jahrb. **80**, 1934, 333—351.

Pflanzenkrankheiten zeigen. So ist kontinentales Klima reicher an Bakteriosen und durch besonders rasches Aufflackern von Epidemien ausgezeichnet, während im Tropenklima die Insekten durch das Fehlen der winterlichen Ruhezeit eine größere Rolle gegenüber den Pilzkrankheiten spielen.

2. Ermittlung der Schadenswerte

Die richtige Einschätzung der wirtschaftlichen Bedeutung des Pflanzenschutzes setzt zuallererst eine Kenntnis des Wertes der durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge eintretenden Verluste voraus[1]). Nicht nur für die allgemeine Würdigung der Notwendigkeit, Pflanzenschutz zu betreiben, ist die Kenntnis der Größe der Schäden und ihres Verhältnisses zur Pflanzenproduktion wesentlich, sie muß auch die Grundlage bilden für alle Entschlüsse über Aufwendungen an Geldmitteln und Arbeit zur Ausführung von Pflanzenschutzmaßnahmen. Dies gilt sowohl für die jeweiligen Maßnahmen einzelnen Schäden gegenüber, soweit zunächst nur das Interesse des einzelnen Produzenten in Frage steht, wie auch für die im öffentlichen Interesse gelegene allgemeine Förderung des praktischen Pflanzenschutzes und der Pflanzenschutzforschung. Dem Staate fällt hier die Fürsorge nicht nur, wie bei anderen Wirtschaftszweigen, für Unterricht und Ausbildung zu, sondern auch für die Forschungstätigkeit und weitgehend noch für die Aufklärung der praktischen Kreise und ihre tägliche Beratung. Es gibt noch wenige Beispiele für die Ausübung der pflanzenärztlichen Tätigkeit als freien Beruf, während Institute der chemischen Industrie zunehmend an der Forschung beteiligt sind. Die beste Begründung finden alle diese Bestrebungen in genauen Zahlenangaben. Im besonderen können exakte Schätzungen auch Aufklärung über die relative Bedeutung der einzelnen Schädlinge und Krankheiten ergeben und damit dazu führen, daß die wichtigsten Schäden rechtzeitig erkannt und bekämpft werden; ebenso wird dadurch auch die Auswahl der anzuwendenden Verfahren erleichtert, denn hochwertige Kulturen können kostspieligere Maßnahmen tragen, und werden durchgreifende Maßnahmen, auch wenn sie ungewöhnlichen Aufwand erfordern, durch besonders große Schäden gerechtfertigt[2]).

Trotz aller dieser Gründe hat sich die zahlenmäßige Schadensermittlung im kleinen wie im großen nur sehr langsam durchgesetzt. Sie ist für die Einzelberechnung der Bekämpfungsmaßnahmen heute noch zu wenig üblich und auch als Ganzes im Rahmen der Wirtschaftsstatistik erst in wenigen Ländern in Angriff genommen. Die erste ausführlich begründete Gesamtschätzung für die jährlichen Insektenschäden hat Marlatt[3]) in den Vereinigten Staaten im Jahre 1904 zusammengestellt. Seit 1909 ist dann in der Union eine jährliche Statistik

---

[1]) Vgl. hier und im folgenden: Morstatt, H., Die jährlichen Ernteverluste durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge und ihre statistische Ermittelung. Berichte über Landwirtschaft, Neue Folge **9**, 1929, 433—477.

[2]) Auf die Bedeutung des Sammelns gründlicher statistischer Angaben über den mittleren Verlust durch Krankheiten hat indessen schon Schleiden, Die Physiologie der Pflanzen und Tiere, Braunschweig 1850, S. 474, hingewiesen.

[3]) Marlatt, C. L., The annual loss occasioned by destructive insects in the United Staates. U. S. Dept. Agric., Yearbook 1904, 461—474.

aller Schäden an den zehn wichtigsten Kulturen des Landes eingerichtet worden, deren genaue Ergebnisse für die Jahre 1909—1918 mit den Durchschnittszahlen für die Dekade vorliegen[1]). Für andere Länder ist man auf allgemeine Schätzungen der jährlichen Gesamtverluste angewiesen, die auch mehrfach vorliegen. In Deutschland wird bisher nur der Umfang der Hagelschäden, für die eine Versicherung besteht, und der Auswinterungsschäden, d. h. genauer der wegen Auswinterung umgepflügten Flächen, statistisch erfaßt. Für einen Sonderfall, die bei dem Saatenanerkennungsdienst der landwirtschaftlichen Körperschaft wegen Krankheiten aberkannten Flächen, wurden die Zahlen jährlich von der Biologischen Reichsanstalt zusammengestellt. Gesamtergebnisse über Schäden der Getreideernte, der Hackfruchternte und der Futtergewächse hat der bayerische Pflanzenschutzdienst für 1929 veröffentlicht[2]). Auch für die Provinz Schleswig-Holstein liegen Zahlen einer genauen Abschätzung der Hauptkulturen für das Jahr 1929 vor[3]).

Der Einrichtung einer zahlenmäßigen Schätzung der jährlichen Ernteschäden hat bisher vielfach im Wege gestanden, daß statistische Erhebungen im Pflanzenschutz sich zunächst im Interesse der Forschung auf das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen bezogen und daß man hierbei nicht immer genügend zwischen Befall und Schaden unterschied. Auch allgemeine Einwendungen gegen die Möglichkeit der Durchführung und die erreichbare Genauigkeit einer solchen Statistik wurden laut, die durch das Bestehen der Saatenstandsberichterstattung und der Erntestatistik in den Kulturländern und deren praktische Bedeutung für Wirtschaft und Handel widerlegt sind.

Es ist festzuhalten, daß Befall und Schaden durchaus verschiedene Begriffe sind und daß ebenso ihre Ermittlung verschiedenen Zwecken dient. Stärke des Befalls und Schadensgröße decken sich nur in wenigen Fällen; es kann sich bei allgemeinem Befall durch eine Krankheit oder allgemeinem Auftreten eines Schädlings nur ein geringer Schaden herausstellen, anderseits kann ein nur teilweiser Befall einen relativ großen Teil der Ernte vernichten. Die Art des Schädlings oder die Krankheitsursache, die befallenen Organe der Pflanze und der Zeitpunkt des Befalls spielen hierbei eine große Rolle. Insbesondere kann die Witterung nach dem Befall die Schädigung weitgehend ausgleichen[4]).

Die Ermittlung des Befalls, d. h. des Auftretens von Krankheiten und Schädlingen, kann zwar ebenfalls nach statistischen Methoden vorgenommen werden (*biometrical method* der Amerikaner), sie dient aber nur der epidemiologischen Forschung und hat als Hauptzweck die Voraussagung von Schäden.

---

[1]) Valgren, V. H., Crop insurance: risks, losses, and principles of protection. U. S. Dept. Agric., Bull. Nr. 1043, 1922.

[2]) Korff und Böning, Bericht über das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen usw. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und -schutz **7**, 1929, Heft 7 u. 9.

[3]) Wie hoch schätzt die Praxis die durch Pflanzenkrankheiten und -schädlinge bewirkten Ertragsausfälle? Landw. Wochenblatt für Schleswig-Holstein **80**, 1930, 174—176.

[4]) Beispiele s. Reh, L., Düngung und Insektenbefall. Ztschr. angew. Entom. **3**, 1916, 127—133.

Die Schadensschätzung hat dagegen eine praktisch-wirtschaftliche Aufgabe und soll die tatsächlich eingetretenen Schäden zahlenmäßig angeben. Daher findet bei ersterer, ähnlich wie bei der Saatenstandsberichterstattung, meist nur eine Bewertung nach Graden statt, deren Bedeutung für den Einzelfall festgelegt werden muß. So wird z. B. in Deutschland für die monatlichen Beobachtungen während der Vegetationszeit ein Schema verwendet, das den 5 Gruppen der Saatenstandsberichterstattung (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mittel, 4 = gering, 5 = sehr gering) entspricht:

1 =	0	befallene Pflanzen	=	ohne	Befall	=	keine	Schädigung
2 =	1— 5%	„	=	schwacher	„	=	schwache	„
3 =	5—10%	„	=	mittlerer	„	=	mittlere	„
4 =	11—20%	„	=	starker	„	=	starke	„
5 =	über 20%	„	=	sehr	„	=	sehr	„

Man ersieht daraus, daß dieses Schema nur dann gilt, wenn die Pflanze oder ihre zu erntenden Teile durch den Befall ganz vernichtet werden; wird sie aber durch ihn nur geschwächt, so entsprechen höheren Befallsgraden niedrigere Schadensgrade. In letzterem Falle gilt auch der Befund nur für den jeweiligen Zeitpunkt der Beobachtung, und es kann bis zur Ernte noch eine Erholung der Pflanzen oder eine Zunahme der Schädigung eintreten.

Die Gruppen der deutschen Saatenstandsberichterstattung gestatten keine prozentuale Umrechnung und daher keine Beziehung auf den zahlenmäßigen Ertrag. In den „Anleitungen zur Bestimmung und Bekämpfung der wichtigsten Schädigungen der Kulturpflanzen" (Teil I und II, 9. und 7. Aufl., Berlin-Dahlem 1950) sind daher die Schätzungsmethoden für die Stärke des Auftretens und für den Anteil am Ernteverlust bei den einzelnen Krankheiten und Schädlingen jeweils besonders angegeben. Um direkt statistisch brauchbar zu sein, müßte der Schadensgrad in Prozenten der zu erwartenden Ernte angegeben werden. Daher besteht z. B. in den Vereinigten Staaten seit 1916 eine prozentuale Schätzung des Saatenstandes[1]), die eine Ernteberechnung ermöglicht und in die sich eine Schätzung der Einzelschäden leicht einschalten läßt, deren Genauigkeit dann durch die Ergebnisse der Ernteermittlung kontrolliert werden kann. Bei dieser prozentualen Schätzung, die das Verhältnis der Ernteerwartung zu einem normalen Ernteertrag angibt, ist nur noch die Frage entscheidend, was man als Norm, als 100%, voraussetzt. In der deutschen Statistik ist der Normalernteertrag die theoretisch zu erwartende Ernte, die bei sachgemäßer Bewirtschaftung ohne starke Beeinflussung durch Witterung, Krankheiten und Schädlinge erzielt wird. In den Vereinigten Staaten gilt als 100% ein Stand, der eine normale Ernte verspricht, wenn keine Veränderung eintritt und er sich bis zur Ernte erhält. Als normale Ernte wird die Ernte in guten Jahren im Mittel großer Gebiete zugrunde gelegt. Als unbeschädigte Ernte betrachtet man dagegen eine Ernte, die 10% über normal, d. h. über der guten Ernte, liegt.

---

[1]) S. auch Stevens, N. E., Some significant estimates of losses from plant diseases in the United States. Phytopathology **23**, 1933, 975—984 (mit Beispielen der genauesten bisher vorliegenden Schätzungen).

Das Internationale Landwirtschaftsinstitut in Rom[1]) rechnet dagegen als 100% einen Stand, der eine normale Ernte verspricht, wenn keine außergewöhnlichen Ereignisse eintreten, und nimmt als normale Ernte den Durchschnitt der letzten 10 Jahre. Die regelmäßig eintretenden nachträglichen Änderungen des Vegetationsstandes, z. B. im Klima begründete Trockenheit oder ständig auftretende Schädlinge, werden dabei berücksichtigt. Die Schätzung 105, 110, 90 usw. drückt dann die Prozente des zu erwartenden Ertrages aus.

Der Prozentsatz des Ertragsverluste wird nun bei diesen Schätzungen im Einzelfalle so berechnet, daß das tatsächliche Ernteergebnis in Gewicht = 100 gesetzt wird. Dazu addiert man den geschätzten Verlust, nimmt also die Menge, die ohne den eingetretenen Verlust erzielt worden wäre, und berechnet nun aus dieser den Prozentsatz. Beträgt z. B. der Ertrag 100 kg und der geschätzte Verlust 25 kg, so ist der Prozentsatz nicht = 25, sondern 20 nach der Formel $125 : 25 = 100 : x$; $x = 20$.

Ebenso wird der Verlust auch berechnet, wenn mehrere Schädigungen zusammentreffen. Auch hier geht man von dem ohne diese erreichten Gesamtertrag aus und errechnet aus diesem den prozentualen Anteil der einzelnen Schädigung.

Ein anderes ähnliches Schema liegt z. B. dem amerikanischen monatlichen Meldedienst über das Auftreten der 10 wichtigsten Insekten zugrunde[2]). Hier wird die Häufigkeit des Auftretens in 6 Grade nach Prozenten eingeteilt und versucht, das Auftreten und die Schädigung mit einem für alle Fälle gültigen Ausdruck zusammenzufassen.

Dabei bedeutet:

0	kein Auftreten,
1— 20%	vereinzeltes Auftreten ohne merklichen Schaden,
21— 40%	mäßig zahlreiches Auftreten mit geringem Schaden,
41— 60%	zahlreiches Auftreten, alle Pflanzen befallen, starker Schaden,
61— 80%	sehr zahlreiches Auftreten, alle Pflanzen sehr stark befallen und geschädigt, geringer Ertrag,
81—100%	Ertrag völlig vernichtet.

Auch diese Schätzung dient in der Hauptsache noch epidemiologischen Zwecken und gibt nur eine ungefähre Bewertung von Einzelschäden. Die eigentliche Schadenschätzung muß dagegen den Anteil des einzelnen Schädigers am endgültigen Ernteverlust in Prozenten des Ertrages angeben. Sie muß wenigstens den Bezirk, auf den sich die Schätzung erstreckt, die Anbaufläche, die durchschnittliche Erntemenge und den Prozentsatz der Einzelschäden enthalten. Weitere Zahlen, wie Hektarerträge oder Schadenswerte, lassen sich daraus leicht errechnen.

Die Schadenschätzung des amerikanischen *Crop Reporting Service* gibt bei einer Einteilung des Landes in 6 Klima- und Wirtschaftsbezirke die Schäden in Prozenten des normalen Ertrages für die 10 Hauptkulturen (Mais, Weizen, Hafer, Gerste, Reis, Leinsaat, Kartoffeln, Tabak, Heu, Baumwolle) nach dem sehr eingehenden Schema:

---

[1]) Ricci, U., Les bases théoriques de la statistique agricole internationale. Rome 1914.

[2]) Hyslop, J. A., A monthly survey report. Journ. econ. Entomol. **20**, 1927, 717—725.

Durchschnittlicher Jahresausfall in % der normalen Ernte, bzw. durchschnittlicher Jahresausfall in Gewicht, bzw. Jahresausfall in Geldwert

	Gesamtausfall	Ungünstige Witterungseinflüsse								Pflanzenkrankheiten	Schädliche Insekten	Schädliche Wirbeltiere	Sonstige u. unbekannte
		Trockenheit	Nässe	Überschwemmung	Frost	Hagel	Heiße Winde	Stürme	Sonstige, einschl. Auswinterung				
Kultur und Bezirk bzw. Jahr													
Durchschnitt bzw. Summe													

Über eine beachtenswerte Anwendung der statistischen Methode berichtet Ostermayer[1]), der 1903—1911 in Mähren 451 aus großem Material ausgewählte Getreidebestände beobachtete und die untersuchten Fälle durch Ergänzung aus den Nachbarländern 1917—1932 auf 1098 vermehrte.

Er teilte den Befallsfaktor in 4 Grade ein (1 = besonders reine und gute Bestände ohne Ausfall, 2 = geringer Befall, 3 = verstärkter Befall, 4 = hochgradige Verseuchung) und errechnete den mittleren Körnerausfall (Minderertrag) in Prozenten bei Grad 1 zu 2—4, bei 2 zu 17,8, bei 3 zu 23,7 und bei 4 zu 34,9%. Als mittleren Strohausfall ergaben sich bei 2 20,3, bei 3 25,0, bei 4 40,6%. Untersucht wurde dabei der Einfluß des Standortes als mittleren Befallsfaktors, sodann im einzelnen der Einfluß von Klima, Boden, Fruchtfolge und verschiedenen Kulturmaßnahmen, wie Bodenbearbeitung, Düngung, Saatzeit. Aus der Arbeit ergibt sich die Bedeutung des Standortsoptimums für Ertragshöhe und Auftreten von Krankheiten.

Damit ist der Weg für den Ausbau einer allgemeinen Statistik der Ernteschäden vorgezeichnet, und es ist kein Zweifel, daß auch andere Länder ihn beschreiten werden und daß man so dem Ziel einer Weltstatistik näher kommen wird.

Die grundsätzliche Trennung der Erhebungen in Schadenschätzungen durch den landwirtschaftlichen statistischen Dienst und in epidemiologische Erhebungen über Auftreten von Krankheiten und Schädlingen wird sich praktisch niemals rein durchführen lassen, da den Saatenstands- und Ernteberichterstattern die erforderliche Kenntnis der Schadenserreger und der Pflanzenkrankheiten fehlen wird. Daher kann eine Ausbildung dieser Statistik nur durch Zusammenarbeit des statistischen Apparates mit dem Pflanzenschutzdienst erreicht werden[2]).

Die absolute Richtigkeit der Zahlen einer solchen Statistik unterliegt natürlich denselben Fehlerquellen wie jede ähnliche Erhebung. Eine relative Verläßlich-

[1]) Ostermayer, A., Statistische Studien über das Auftreten und die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz **12**, 1934, S. 61—71.

[2]) Die Organisation des Meldedienstes behandelt ausführlicher Böning, K., Der pflanzenschutzliche Beobachtungs- und Meldedienst und seine Aufgaben in der Erzeugungsschlacht. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. -schutz **13**, 1936, 330—338.

keit wird dagegen sehr bald erreicht, wenn die Berichterstattung einige Jahre lang nach denselben Grundlagen und Methoden durchgeführt wird, zumal die Schadenszahlen jederzeit in Beziehung zu den Ergebnissen der Erntestatistik gesetzt werden können.

Für den Pflanzenschutz ist die Aufstellung dieser Statistik schon durch die allgemeinsten Gesichtspunkte gerechtfertigt: sie gibt einen Einblick in die Abhängigkeit der Ernteschwankungen von den unmittelbaren Einflüssen der Witterung und den Schäden durch Krankheiten und Tiere, und sie klärt vor allem über die Höhe der Schäden, über die sonst nur ganz unklare Vorstellungen bestehen können, auf und beweist damit augenfällig die Notwendigkeit des Pflanzenschutzes. Aber auch die Erfolge des Pflanzenschutzes werden sich in der Ertragsstatistik auswirken und den Jahresdurchschnitt der Ernten heben.

3. Schadenszahlen

Gesamterhebungen, wie die erwähnte amerikanische, bestehen bisher noch in keinem anderen Lande. Man ist daher anderwärts auf allgemein gehaltene Schätzungen angewiesen und hat solche auch in einigen Ländern schon aufgestellt. Nach den Ergebnissen der amerikanischen Erhebungen schwankt der Gesamtausfall an Erntemengen im zehnjährigen Durchschnitt bei den einzelnen Kulturen zwischen 19,04% (Reis) und 35,49% (Baumwolle), an Wert in den einzelnen Jahren bei allen zehn Kulturen zusammen zwischen 2 und 3 Milliarden Dollar. Aus diesen Zahlen ergeben sich abgerundet 20% für klimatische Schäden und 10% für Krankheiten und tierische Schädlinge, die vielfach anderen Schätzungen zugrunde gelegt worden sind. Bei solchen Vergleichsschätzungen darf jedoch nicht außer acht gelassen werden, daß die Größe der Schäden in erster Linie neben allen anderen Faktoren, wie Art der Kulturen und der Krankheiten, klimabedingt ist. Man nimmt auch sonst an, daß sich die genannten 10% im großen Durchschnitt ungefähr gleichmäßig auf eigentliche Pflanzenkrankheiten und Insekten verteilen, und hat sie für die großen Landwirtschaftsländer für jeden dieser beiden Faktoren auf 4—5 Milliarden Francs bewertet[1]).

Zu berücksichtigen sind dabei auch die Schäden an lagernden Ernteprodukten und verarbeiteten pflanzlichen Erzeugnissen. Über deren allgemeine Bedeutung vgl. F. Zacher, Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Vorratsschädlinge. Arb. Biol. Reichsanst. **12**, 1925, 171ff.

Eine Schätzung der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen beziffert den Verlust der 1947 durch tierische und pflanzliche Schädlinge an Brotgetreide und Reis entstanden ist, auf 33 Millionen Tonnen. Die Menge würde genügen, um 15 Millionen Menschen ein Jahr lang am Leben zu erhalten.

Auf Grund einer Berechnung der wichtigsten Krankheiten hat Gäumann[2]) für die Schweiz die Verluste durch Pilze, Bakterien und kontagiöse Enzyme im Getreidebau, Kartoffelbau, Weinbau, Obstbau und Gemüsebau auf insgesamt 25—30%, d. i. bei einem mittleren Ertrag von 292—312 Millionen Franken auf

[1]) Zitiert nach P. Marchal, Introduction. Ann. epiphyties **1**, 1913, S. VI.

[2]) Gäumann, E., Die wirtschaftliche Bedeutung unserer wichtigsten Pflanzenkrankheiten. Landw. Jahrb. Schweiz 1927, 319—324. — Vgl. auch hier und im folgenden die S. 4 zitierte Veröffentlichung.

73—92 Millionen Franken eingeschätzt. Für Holland hat Knapp[1]) das Problem behandelt, jedoch nur entsprechend den amerikanischen Vergleichszahlen des Jahres 1923 mit ihren durchschnittlichen Schäden von rund 10% durch tierische und pflanzliche Parasiten die Schäden in Holland an Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Kartoffeln, Bohnen und Erbsen auf 33 Millionen Gulden bewertet.

Für das Deutsche Reich hat Morstatt[2]) 1928 eine Berechnung aufgestellt, die unter Berücksichtigung bekannter Angaben über die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge zu nachstehender Schätzung (Tab. 1) gelangte. Setzt man im Anschluß an die Werte der Tabelle für die auf rund 43 Milliarden geschätzte gesamte Pflanzenproduktion des Deutschen Reiches einen Ernteverlust von 15% durch pflanzliche und tierische Schädlinge an, so ergibt sich ein Geldwert dieses Verlustes von 2 Milliarden RM. Nach allen in der Folgezeit bekannt gewordenen Angaben haben sich diese Zahlen eher als zu niedrig als zu hoch erwiesen[3]).

Tabelle 1

Jährliche Ertragsschädigung der Hauptkulturpflanzen im Deutschen Reich (ohne Berücksichtigung der Witterungsschäden)

		Ernte-menge	Ernte-wert	Geschätzte durchschnittliche Schäden durch			
				Krankheiten		Schädlinge	
		1000 t	Mill. RM	%	Mill. RM	%	Mill. RM
1.	Getreide	17140	3942	10	394	10	394
2.	Kartoffeln	36490	1460	25	365	5	73
3.	Zuckerrüben . . .	10237	256	5	12	10	25
4.	Gemüse	2955	350	10	35	10	35
5.	Obst	2993	400	10	40	20	80
6.	Wein	1338819 hl	80[4])	20	10	20	16
			6488		862		623
In Durchschnittsprozenten der möglichen Ernte				10,8		7,8	

Für Griechenland sind folgende Schadenszahlen ermittelt worden[5]):

	Wert der landw. Erzeugung in Drachmen	Tierische Schädlinge	Pflanzliche Parasiten	Witterungs-schäden	Zusammen
1932	12751059000	4,6	4,3	8,3	17,2%
1933	14576148000	5,0	3,4	5,9	14,3%

[1]) Knapp, W. C. H., Bestrijding van plantenziekten. Zijn jaarlijksche taxaties van de schade wenschelijk? Tijdschr. plantenziekten **33**, 1927, 283—291.

[2]) Berichte über Landw., N. F. **9**, 1929, 437—477.

[3]) Ausführlichere Darstellung einzelner Beispiele bei G. Mammen, Die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes und Vorschläge zu seiner Ausgestaltung. Berlin 1938. Einzelangaben noch bei H. Schultz, Pflanzenschutz in Zahlen. Zentralbl. Bakt. II, **97**, 1938, 413—429; außerdem jetzt häufig in der Fachpresse und den Handbüchern.

[4]) Wert des Mostes nach der Statistik; der Wert des Weines ist auf 175—200 Millionen DM zu schätzen.

[5]) Monit. internat. Protect. Plantes **9**, 1935, 107 (hier in Prozente umgerechnet).

Andere Gesamtschätzungen, die aber nur die Schadenszahlen ohne Beziehung auf die Erntewerte geben, führen z. B. für Frankreich (1934) Verluste durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge in Höhe von 9 Milliarden Francs, für das gesamte französische Reich von 15 Milliarden an. Für Belgien sagt E. Marchal[1]) nach Anführung der amerikanischen Ergebnisse von ungefähr 30% für alle Schäden, daß man auf die pflanzlichen und tierischen Schädlinge mit einem Verlust von 10% rechnen müsse, der jährlich mehreren 100 Millionen Francs entspricht. Für Jugoslawien gibt eine frühere Schätzung den Verlust durch Pflanzenschädlinge (Pilze und Insekten) zu 1 Milliarde Dinar an, worunter bei den Getreidearten (Weizen, Gerste, Hafer und Mais) nur je 5% als Mindestverlust durch die wichtigsten Schädlinge angesetzt sind[2]).

Über Insektenschäden im besonderen unterrichten noch die folgenden Beispiele, wobei erwähnt sei, daß man als allgemeine Annahme die Schäden durch Insekten auf 10%, in den Tropen dagegen auf 20% der Ernteerträge einschätzt. Für Großbritannien werden sie mit 30 Millionen Pfd. St. angenommen; in Kanada betragen sie jährlich nach Gibson[3]) wenigstens 25 Millionen Pfd. St., in Australien[4]), wobei allerdings wohl auch tierparasitäre Insekten eingerechnet sind, 20 Millionen Pfd. St., in Indien nach Fletcher[5]) in der Landwirtschaft 1800 Millionen Rupien (= etwa 2700 Millionen DM) = 10% der möglichen Ernte.

In den Vereinigten Staaten wurden die Verluste durch die wichtigeren Milben, Zecken und Insekten im Jahre 1938 von J. A. Hyslop (U. S. Dept. Agric., Yearbook 1943—1947) auf mehr als 1,6 Milliarden Dollar jährlich geschätzt.

Eine Vorstellung von der wirtschaftlichen Bedeutung der Schäden vermitteln dann noch die Zahlen über bedeutsame Einzelschäden, die allenthalben in der einschlägigen Literatur zerstreut sind und von denen hier einige angeführt seien. Auch an ihnen hat wohl die Witterung den weitaus größten Anteil, der sich schon in den alljährlichen Ernteschwankungen auswirkt und besonders bei den eigentlichen Mißernten infolge von Dürre oder übermäßigen Niederschlägen zutage tritt. Ebenso ist die Bedeutung der anderen, meist lokalen Witterungskatastrophen durch Frost, Hagel, Überschwemmungen usw. bekannt. Im Winter 1928—29 erfroren in Deutschland 10 Millionen, teilweise bis 90%, Obstbäume. Der Schaden wurde später auf 600 Millionen RM geschätzt.

Zahlreiche Beispiele schwerer Schäden hat die Erforschung der Viruskrankheiten, u. a. an Zuckerrohr, Baumwolle, Tabak, ergeben. Für Deutschland stehen neben der Wanzen-Kräuselkrankheit der Zuckerrüben die Virosen der Kartoffel an erster Stelle, von denen neuerdings der Blattrollkrankheit große Bedeutung zukommt. Der durch sie verursachte Ernteausfall wurde 1945 auf 30% geschätzt.

Auch die Verluste durch Verunkrautung sind mehrfach erörtert worden. Sie wurden in Deutschland früher auf 10—15% der Ernten geschätzt und betragen gegenwärtig häufig das Doppelte. Nach Roemer-Scheffer[6]) sind sie heute noch größer als jene durch Pflanzenkrankheiten.

---

[1]) Marchal, E., Eléments de pathologie végétale, Gembloux et Paris 1925, S. 3.

[2]) Loschnigg, F., Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung. D. Landwirt, Sonderbeilage d. Deutschen Volksblattes, Novisad, 17. 12. 1929.

[3]) Gibson, A., What our insects cost us. Scientif. Agric. **7**, 1927, 440—445.

[4]) Tillyard, R. J., zit. in Chem. Industrie 1927, Nr. 50, S. 1359 (nach Chem. Trade Journ.).

[5]) Fletcher, T. B., Opening adress, Rep. Proceed. 4. Entomol. Meeting, Pusa 1921, S. 10.

[6]) Roemer-Scheffer, Ackerbaulehre. 2. Aufl. Berlin 1944.

Von Pilzkrankheiten ist an erster Stelle der Getreiderost zu nennen, dessen Schaden nach einer älteren Schätzung von Eriksson für alle getreidebauenden Länder zusammen jährlich 1¼ Milliarden RM beträgt. Die Schwarzrostkatastrophen der südöstlichen Länder im Jahre 1932 verursachte in ihren Ausläufern in Ostpreußen und Schlesien durch Ernteausfall 11,8% und durch hohen Anteil an minderwertigem Weizen 16,7% Verluste im Werte von nahezu 38 Millionen RM[1]). Erwähnt sei auch die Belastung der europäischen Weinbauländer durch das Auftreten von *Peronospora* und *Oidium*, die die Rentabilität des Weinbaues aufs äußerste gefährdeten und ihn durch die Notwendigkeit kostspieliger Bekämpfung dauernd schwer belasten. Durch nicht so häufige, aber bisweilen schwerere Schäden ist die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel ausgezeichnet, die in Irland die Epidemie von 1845 und 1846 verursachte, bei der nach amtlicher Schätzung durch Hungersnot und ihre Folgen eine Million Menschen umkamen und weitere Hunderttausende auswanderten. Im Jahre 1916 vernichtete sie im Deutschen Reich ein volles Drittel der normalen Ernte. Auch in anderen Ländern waren ähnliche Schäden zu verzeichnen, wenn auch dort die Bedeutung für die Volksernährung geringer war.

Am eindringlichsten sind die Auswirkungen von Pflanzenkrankheiten wohl im tropischen Pflanzenbau, der auch sonst großen Schwankungen der Konjunktur unterliegt. Ausführlichere Darstellungen liegen über die südamerikanische Heveakrankheit, verursacht durch *Dothidella ulei*, und den Kaffeerost, *Hemileia vastatrix*, vor[2]). Der Kaffeerost hat in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts die Kaffeekultur von Ceylon, in der etwa 300 Millionen RM investiert waren, so schwer geschädigt, daß die Ausfuhr in der Folge fast ganz aufhörte, und auf Java den Anbau von *Coffea arabica* unrentabel gemacht, so daß man auf andere Arten übergehen mußte.

Zahlreicher sind wohl die bemerkenswerten Fälle schwerer Insektenschäden in neuerer Zeit. Hier ist das größte Beispiel in Europa die zwischen 1850 und 1860 eingeschleppte Reblaus, deren Schaden in Frankreich nach dortiger Angabe mehr kostete als der Krieg von 1870—1871 und binnen 15 Jahren 10 Milliarden (nach anderer Angabe 15 Milliarden), in Italien 1 Milliarde Francs betrug. In Ungarn[3]) ging die Anbaufläche in 10 Jahren von 340000 ha bis auf 211000 ha, der Ertragswert von 86 Millionen Kronen auf 46 zurück. An der Spitze aller Schädlinge steht der mexikanische Baumwollkapselkäfer im Baumwollgebiet der Vereinigten Staaten. Zur Zeit seines stärksten Auftretens wurde im Jahre 1920 der Schaden der vorhergegangenen 4 Jahre amtlich auf 300000 Dollars im Durchschnitt abgeschätzt und erreichte dann im Maximaljahr 1921—1922 1 Milliarde Dollars = 30% der Ernte (Abb. 1). Ein anderer Baumwollschädling, der sich seit Beginn dieses Jahrhunderts in den meisten Hauptanbaugebieten der Baumwolle verbreitet hat, der rote Kapselwurm, *Platyedra gossypiella*, verursacht im allgemeinen einen Schaden von 20% der Ernte. Der Schaden der

---

[1]) Klemm, M., Beitrag zur Pflanzenschutzstatistik. In: Festschrift für Geh. Reg.-Rat O. Appel, Berlin, Biol. Zentralanst. 1947, 23—26.

[2]) Morstatt, H., Beiträge zur Wirtschaftsgeschichte tropischer Kulturpflanzen und ihrer Krankheiten. I. Der Parakautschuk, II. Der Kaffee. Koloniale Rundschau **34**, 1943, 14—22 und 79—88.

[3]) Morstatt, Statistisches zur Verbreitungsgeschichte der Reblaus in Ungarn. Weinbau und Weinhandel **28**, 1910, S. 96 und 108.

Olivenfliege (*Dacus oleae*) beträgt in Italien jährlich 500000 Lire; in ganz Südeuropa wird er auf jährlich 2 Millionen Lire geschätzt. Als Beispiel für Heuschreckenschäden sei noch erwähnt, daß der Schaden durch die jüngste langdauernde Heuschreckenplage in Afrika und dem westlichen Asien allein in den Anfangsjahren 1927—1931 für die britischen Länder auf mehr als 6 Millionen Pfd. St. (bis 1934 auf wenigstens 7 Millionen), die Bekämpfungskosten auf 1 Million Pfd. St. und die Zahl der aufgewandten Arbeitstage auf wenigstens 28 Millionen geschätzt wurden. Die aus allen von den Wanderheuschrecken heimgesuchten Ländern gemeldeten Gesamtzahlen der zehn Jahre 1925 bis 1934 belaufen sich auf mehr als 83 Millionen Pfd. St. an Ernteverlusten und einen Aufwand für die Bekämpfung von ungefähr 13 Millionen Pfd. St. und außerdem noch jährlich 9 Millionen Arbeitstagen. Solche Zahlen sind in der einschlägigen Literatur vielfach vorhanden und auch in den anderen Bänden dieses Handbuches häufig zitiert.

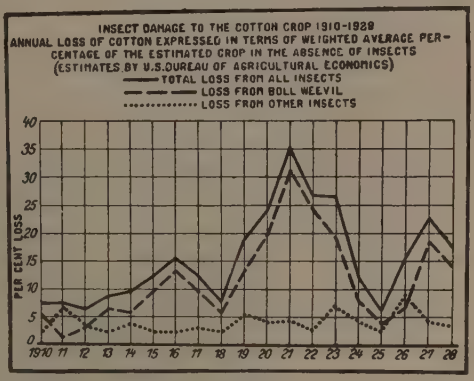

Abb. 1. Insektenschäden der Baumwollernten 1910—1928. Aus Coad, B. R. (The entomologist and cotton insect problems. Journ. econ. Entom. **23**, 1930, 667—672).

Besonders zahlreiche Angaben liegen aus den Vereinigten Staaten vor, wo sie laufend im „*Plant disease reporter*" und „*The insect pest survey*" des amerikanischen Landwirtschaftsministeriums veröffentlicht werden. In anderen Ländern werden dagegen in den entsprechenden Berichten in der Regel keine Zahlenangaben über Schadenswerte genannt.

II. Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen

Zu den Schadensummen gehört bei der Gesamtbetrachtung des Pflanzenschutzes auch die Belastung durch die Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen. Unter ihnen steht der Arbeitsaufwand im Durchschnitt an erster Stelle, und er wird überall da ganz besonders ins Gewicht fallen, wo Arbeitskräfte schwer zu beschaffen sind. Besteht das Vorgehen gegen Krankheiten und Schädlinge nur in Kulturmaßnahmen, wie Bewässerung, Bodenbearbeitung, Düngung, Schnitt der ausdauernden Gewächse usw., so sind auch die Ausgaben ausschließlich oder ganz überwiegend Arbeitsaufwand. Sie spielen dabei im Kleinbetrieb eine geringere Rolle, wirken aber um so einschneidender in Großbetrieben, wo auch der Zeitpunkt der Arbeitsleistung im Verhältnis zu den laufenden Betriebsarbeiten von wesentlichem Einfluß auf die Durchführungsmöglichkeit von Pflanzenschutzmaßnahmen wird. Sodann sind in den meisten Fällen Unkosten für den Verbrauch an chemischen Mitteln mit zu berechnen, die sich nach der Größe der zu behandenden Fläche richten und daher z. B. bei einjährigen Kulturen großer

Ausdehnung prohibitiv werden können[1]). Weniger entscheidend sind die Kosten für die Apparate zur Anwendung dieser Mittel, da es sich dabei um einmalige Ausgaben für längere Zeit handelt. In besonderen Fällen treten andere Ausgaben ein, wie z. B. die Mehrkosten für Saatgut fremder Herkunft oder widerstandsfähiger Sorten, die Beschaffung oder eigene Zucht von Parasiten bei der biologischen Bekämpfung u. dgl.

Die genaue Kostenberechnung ist daher bei der Entscheidung über durchzuführende Maßnahmen unerläßlich und wird insbesondere maßgeblich für die Auswahl unter verschiedenen zu Gebote stehenden Maßnahmen. Die Kostenberechnung ist ein Gesichtspunkt, der in den Handbüchern und in den praktischen Anleitungen zum Pflanzenschutz erst allmählich die gebührende Beachtung gefunden hat. Nur wertvolle und ausdauernde Pflanzen rechtfertigen eine Einzelbehandlung, und stets ist der Wert des infolge der Maßnahmen zu erwartenden Mehrertrages die äußerste Grenze für den möglichen Aufwand. Erst neuerdings werden solche Kostenangaben in den Versuchsberichten häufiger aufgeführt, und man ist daher sehr oft auf Vergleich mit anderen Einzelfällen angewiesen, wenn die Kosten von Maßnahmen im voraus angegeben werden sollen[2]).

Der einfachste Fall der Kostenberechnung liegt bei der Ausführung von Pflanzenschutzarbeiten durch fremde Beauftragte vor. Hierzu gehört in Deutschland die Lohnbeizung der Getreidesaat und die zunehmende gewerbliche Schädlingsbekämpfung im Obstbau; in Amerika namentlich die Bestäubung der Baumwollfelder vom Flugzeug aus.

Bei sehr großem Verbrauch an Stäubemitteln ist die Flugzeugbekämpfung im Wald bei uns noch sehr teuer und kostet ungefähr 50 DM je ha. Dagegen kostet die Bestäubung der Baumwollfelder durch Unternehmer in Nordamerika je ha etwa 7,50 DM, im ganzen sind dort bis zu fünf Bestäubungen notwendig.

Über den Weinbau, der durch unerläßliche Schädlingsbekämpfung besonders hoch belastet ist, verdanken wir ausführliche Angaben des Aufwandes für Bekämpfungsmittel und Arbeitslohn einer Arbeit von Zillig[3]). Darnach erforderte die Rebschädlingsbekämpfung durchschnittlich wenigstens 350 RM je ha und Jahr. Für den großdeutschen Weinbau ergeben sich bei einer Rebfläche von 125000 ha nach den 1940 gültigen Preisen rd. 26 Millionen RM an Materialkosten und insgesamt einschl. Arbeitslohn etwa 45 Millionen RM. Die Kosten der staatlichen Reblausbekämpfung wurden außerdem auf jährlich 2 Millionen RM geschätzt. Für den Weinbau der Schweiz gibt Gäumann 400 Franken je ha

---

[1]) Die Ausgaben der deutschen Landwirtschaft für Pflanzenschutzmittel (Chemikalien; ohne Forstwirtschaft, Gärtnereien, Kleingartenbau und Kleinobstbau usw.) wurden 1924 bis 1934 auf jährlich 18 Mill. RM = 0,4% des Betriebsaufwandes geschätzt. Etwa die Hälfte davon dürfte auf den Weinbau entfallen; in dem Rest nehmen die Beizmittel wohl die erste Stelle ein. (Der Betriebsaufwand der deutschen Landwirtschaft, Wirtsch. u. Statistik **14**, 1934, Nr. 16, 518—521; Die Ausgaben der Landwirtschaft für Pflanzenschutz. Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung **1**, 1934, Nr. 10, S. 159—160.)

[2]) Über das Verhältnis zwischen Aufwand und Erfolg s. ferner Rademacher, B., Pflanzenschutz sichert die Erträge. Neue Mitt. Landw., Hannover 1950, Nr. 8.

[3]) Zillig, H., Die wirtschaftliche Bedeutung des Rebschutzes in Deutschland. Mitt. Biolog. Reichsanst. Heft 62, 1941.

oder rund 5 Millionen für die ganze in Betracht kommende Rebfläche (insgesamt 17800 ha) an.

Wie schon früher im Weinbau, so hat sich im letzten Jahrzehnt auch im Obstbau die praktische Schädlingsbekämpfung auch in den europäischen Ländern mehr und mehr durchgesetzt und kann hier auch als notwendiger Teil der regelmäßigen Betriebskosten gerechnet werden. Daher sind hier auch die meisten Kostenberechnungen bekannt geworden.

Nach einem deutschen Bericht[1]) betrugen die Kosten der Schädlingsbekämpfung im Obstbau im Jahre 1933 bei siebenmaliger Spritzung von 2074 Bäumen mit zwei Motorspritzen und einer Karrenspritze 3703,15 RM = rund 1,80 RM je Baum, wovon 1738,35 RM auf Spritzmaterialien, 1964,30 RM auf Arbeits- und Betriebskosten (ohne Amortisation der Geräte) entfielen. Die Menge der Spritzflüssigkeit je Baum schwankte bei den einzelnen Spritzungen zwischen 11,1 und 17,2 Liter.

Ähnliche Zahlen ergeben die genauen Berechnungen von Loewel[2]) je ha von 200 Bäume bei sechsmaliger Spritzung 401,60 RM. Weitere Angaben bei L. Kuan, Ist die Schädlingsbekämpfung rentabel? Anz. Schädl.kde **23**, 1950, 9—10, und W. Kotte, Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung. 2. Aufl., Berlin 1948, 304ff.

Eine ganz ausführliche Bearbeitung der Bekämpfungskosten im Obstbau unter englischen Verhältnissen stammt von Turnbull[3]).

Die Gesamtkosten der Kartoffelkäferbekämpfung wurden in Deutschland für das Jahr 1948 auf 300 Millionen DM geschätzt.

III. Erfolge des Pflanzenschutzes

Der Nachweis der Rentabilität von Pflanzenschutzmaßnahmen ergibt sich zunächst eindeutig bei Versuchen, in denen unbehandelte Parzellen zum Vergleich stehenbleiben, doch ist das Ergebnis hierbei nur einmalig und hängt von der jeweiligen Stärke des Auftretens der Krankheiten und Schädlinge ab. Daher können zuverlässige Zahlen erst aus mehrjähriger Beobachtung bei verschieden starken Schäden gewonnen werden. Im allgemeinen ist es noch zu wenig üblich, bei der Ermittlung von Versuchsergebnissen zugleich auch die Rentabilitätsberechnung aufzustellen, und es wird wesentlich zur allgemeinen Ausbreitung des Pflanzenschutzes beitragen, wenn solche Berechnungen in Zukunft regelmäßig den Versuchsberichten beigegeben werden, so daß der Praktiker sich von vornherein ein klares Bild von Bekämpfungsaufwand und -erfolg machen kann.

In größerem Ausmaß, etwa für bestimmte Kulturen eines Landes, wird stets erst eine mehrjährige Beobachtung die Wirkung des Pflanzenschutzes einwand-

---

[1]) Mayer, Th., Wie hoch sind die Kosten der Schädlingsbekämpfung im Obstbau? Gartenbauwirtschaft 1934, Nr. 22.

[2]) Loewel, E. L., Das Auftreten des Fusicladiums im Altkänder Obstbaugebiet ... Angew. Botanik **14**, 1932, 233—277 u. 281—333. Neuere genaue Angaben über Arbeitsaufwand und Materialverbrauch bei M. Hanf, Aus der Praxis der Obstbaum-Winterspritzung. Nachr.-Bl. Deutsch. Pflanzenschutz. N. F. **2**, 1948, 121—127.

[3]) Turnbull, J., Commercial fruit tree spraying. Methods and costs. Min. Agric., London, Bull. 5, 4. Aufl. 1939.

frei aus den Ernteergebnissen ableiten können. Denn die Schäden treten nicht gleichmäßig ein, und man kann ihre Höhe daher nur durch Vergleich mit Jahren normaler, unbeschädigter Ernte ermitteln. Noch besser muß sich die Wirkung von Pflanzenschutzmaßnahmen aus den Durchschnittserträgen längerer Zeiträume ergeben, wenn die übrigen Bedingungen sich gleichgeblieben sind. Der mehrjährige Durchschnitt, in dem auch die normalen Schäden enthalten sind, muß dann allmählich gehoben und den optimalen Ertragswerten angenähert sein.

Die einzelnen Methoden des Pflanzenschutzes kann man nicht nach dem Grade ihrer Wirksamkeit oder ihrer Rentabilität abwägen, da eben ihre Auswahl jeweils von der besonderen Art der Nutzpflanze und den Anbauverhältnissen abhängt. Die Einführung einer im Versuch geprüften Methode in die landwirtschaftliche Praxis setzt auf jeden Fall die Überzeugung von ihrer Rentabilität voraus; es wäre aber besser, wenn beim Versuch zugleich auch die Rentabilitätsberechnung beigegeben würde, für die im folgenden noch Beispiele angeführt werden. Bei der direkten Schädlingsbekämpfung mit chemischen Mitteln ist der Mehrwert des Ertrages wohl am leichtesten nachweisbar. Es sei hier an die Getreidebeizung erinnert, die ihrer einfachen Anwendbarkeit und besonders günstigen Rentabilität ihre weitgehende Einführung im Getreidebau verdankt. Man rechnet hier mit einem Mehrertrag, der häufig das zehnfache der aufgewendeten Unkosten beträgt. Berechnungen über die Bedeutung und Rentabilität der Beizung hat u. a. Maier-Bode[1]) angestellt. Er führt aus, daß die Beizung der gesamten Aussaat bei einem auf 196 Millionen RM zu schätzenden Schaden der durch Beizung bekämpfbaren Getreidekrankheiten in Deutschland einen Aufwand von 24 Millionen RM erfordern würde. Da der Erfolg der Beizung praktisch ein vollständiger ist, würde dadurch ein Reingewinn von 172 Millionen RM erzielt werden. Über die Beizkosten im Verhältnis zum Befall gibt er neuerdings an: „Rechnet man ganz roh die Beizkosten für 1 ha Weizen mit 1,50 RM und den Erntewert einschl. Stroh mit 750,— RM, so betragen die „Versicherungskosten" für das Beizen 0,2% oder mit anderen Worten, wenn von tausend Pflanzen zwei dem Steinbrand, der Federbuschsporenkrankheit oder der Auswinterung durch Fusarium zum Opfer fallen, ist der Verlust für den Betrieb bereits den Beizkosten gleich."

Sehr auffällige Ergebnisse hat neuerdings in vielen Ländern die allgemeine Einführung der Schädlingsbekämpfung im Obstbau gezeigt. Hier ist der Mehrwert der Ernte, der sich aus einwandfreier Qualität ergibt, häufig wichtiger als der mengenmäßige Mehrertrag. So hat sich bei der Schorfbekämpfung übereinstimmend gezeigt, daß die Zahl der reinen, schorffreien Früchte in den diese Krankheit begünstigenden Lagen und Jahren durch sorgfältige Bespritzung sehr oft von ungefähr 10% auf ungefähr 90% gesteigert werden kann. Über die reine Rentabilität hinaus ist dies häufig beim Erwerbsobstbau und bestimmten Anforderungen des Handels gegenüber für die Möglichkeit des Obstbaues überhaupt entscheidend.

---

[1]) Maier-Bode, F. W., Die Getreidebeizung in wirtschaftlichem Licht. Landw. Fachpresse Tschechoslow. **8**, 1930, 71; ders., Die Saatgutaufbereitung. Stuttgart 1947.

Kotte[1]) gibt hierzu folgendes Beispiel an:
Ernteergebnis von je 4 nichtgespritzten und gespritzten Apfelbäumen.

Durchschnittsertrag je Baum in kg	Güteklasse Ia	A	B	C	Insgesamt
Ohne Schädlingsbekämpfung . . .	4,0	1,0	0	7,0	12,2
Mit Schädlingsbekämpfung	97,0	53,5	18,5	7,5	176,5

Während sich die Rentabilität hier bei Einzelversuchen sehr leicht im Verhältnis zur unbehandelten Parzelle ergibt, so sind bei der Gesamtbetrachtung der Schädlingsbekämpfung im Obstbau, wo auch die Erntemengen an sich wesentlich sind, die normalerweise großen Ertragsschwankungen zu berücksichtigen. Ein Beispiel für letztere zeigt nebenstehende Abbildung, die die Einnahmen von drei Kirschbäumen 1922 bis 1929 darstellt, wobei im Jahre 1929 die Schädlingsbekämpfung eingesetzt hatte, deren Kosten in diesem Falle nur 13 Franken betrugen[2]).

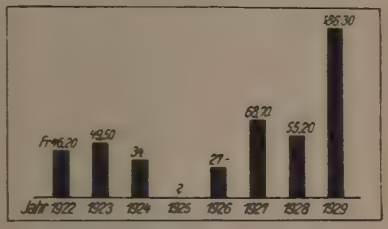

Abb. 2. Einnahmen von 3 Kirschbäumen 1922—1929. Nach Zeller (1930).

Als Beispiel für die Berechnung des Mehrertrages sei noch das folgende Schema angeführt. Es entstammt einem dänischen Bericht[3]), der mehrjährige Versuche im Obstbau, bei denen die Rentabilitätsberechnung eingehend durchgeführt ist, beschreibt und 37 Tabellen über die Behandlung, ihre Kosten und ihre Ergebnisse enthält.

Mehrertrag durch Spritzung und Spritzkosten je ha und je 100 kg Mehrertrag*)

	Spritzmittel:			
	Chemikalien	Arbeitslohn	Gesamtkosten	Mehrertrag in 100 kg je ha
Sorte				
Spritzkosten je ha				
„ je 100 kg Mehrertrag				

*) Berechnet { a) auf Gesamtgewicht an Früchten.
b) auf reine Früchte.

[1]) Kotte, W., Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung. 2. Aufl., Berlin 1948, S. 3.

[2]) Zeller, A., Finanzieller Mehrerfolg durch Spritzung der Kirschbäume gegen die Schrotschußkrankheit. Schweiz. Zeitschrift f. Obst- u. Weinbau 1930, S. 41—42.

[3]) Esbjerg, N., Forsog med Rentabiliteten ved Sprøjtning of Aebletraeer. I. Tidskr. Planteavl **35**, 1929, 517—565. — Vgl. hier auch: W. Schaarschmidt, Schorf und Obstmade an Äpfeln. Versuche zur Einträglichkeitsbestimmung von Bekämpfungsmaßnahmen. Mitt. DLG. **45**, 1930, 197—199 und 218—219.

Die von der Schädlingsbekämpfung abhängige Lage des Weinbaues ist bekannt. Hier sind zu den einheimischen Schädlingen im letzten Jahrhundert Oidium, Reblaus und Peronospora aus Nordamerika hinzugekommen, die den Weinbau so gefährdet haben, daß seine Aufrechterhaltung erst durch die Entdeckung wirksamer Gegenmaßnahmen wieder gesichert werden konnte. Somit ist die Geschichte der Reblausbekämpfung, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, eines der wichtigsten Beispiele erfolgreicher Pflanzenschutzmaßnahmen und in ähnlicher Weise, wenn auch in kleinerem Ausmaße, hat die Einführung der Bespritzung und Bestäubung gewirkt. Infolge der verbesserten Schädlingsbekämpfung betrug die Ertragssteigerung nach K. Müller in den Jahren 1918—1924 gegenüber den vorhergehenden Jahren im Durchschnitt in Baden 154%, in Württemberg 80, in Bayern 37, in Preußen 5 und in Hessen 1,9%. Nach H. Zillig (1941 s. S. 14) wird durch den Rebschutz mit einem Gesamtaufwand von 45 Millionen RM (= etwa 13% der gesamten Baukosten) ein Wert von wenigstens 130 Millionen RM gesichert. Im Jahrzehnt 1929—1938 betrug die Ertragssteigerung im Weinbau durch Verbesserung des Rebschutzes rund 50%. Die Hopfenperonospora verursachte in Deutschland 1918—1926 einen Rückgang der Erträge von 55%. Nach Einführung der Bespritzung betrug der Ertrag 1935 das Doppelte von 1918 bzw. das 4fache von 1926.

Beispiele für den Erfolg der Schädlingsbekämpfung liegen aus allen Ländern zahlreich vor. Es sei davon noch erwähnt, daß der Schaden des Kaffeekirschenkäfers *(Stephanoderes hampei)* in den ersten Jahren nach seiner Einschleppung nach Brasilien stellenweise bis über 90% der Ernte ausmachte; wo die staatlich organisierte Bekämpfung sorgfältig durchgeführt wurde, ging er in kurzer Zeit bis auf 5% zurück, wobei allerdings auch klimatische Einflüsse mitgewirkt haben müssen. Ein neueres Beispiel ist die erfolgreiche Bekämpfung der Blattkrankheit der Banane (*Cercospora musae* = *Mycosphaerella musicola)*, die, 1934 nach Zentralamerika eingeschleppt, den ganzen Anbau in Frage stellte. Durch die mit großem technischem Aufwand eingerichtete Bekämpfung wurde die Bananenindustrie von Jamaika, von der die Wirtschaft der Insel abhängt, gerettet.

Wie im Beispiel der Reblausbekämpfung, so sind auch in anderen Fällen ganze Kulturen durch Umstellung auf widerstandsfähige Sorten gesichert worden, wie z. B. der javanische Kaffeebau auf der nach dem Auftreten der *Hemileia* notwendig gewordenen Einführung neuer Sorten, jetzt hauptsächlich der *Coffea robusta,* beruht.

Ebenso können aber auch allgemeine Anbaumaßnahmen zur Erhaltung einer von Schädlingen oder Krankheiten bedrohten Kultur beitragen. Hierzu gehört auch ein geregelter Fruchtwechsel, dessen Einführung in Ländern mit primitiver Wirtschaftsweise häufig erst mit Rücksicht auf die sonst unvermeidbaren Schädigungen durch Parasiten erfolgt. Es ist nicht allgemein bekannt, daß der entscheidende Schritt in der Bekämpfung des Baumwollkapselkäfers in Nordamerika die Einführung eines Fruchtwechsels war, um den überwinterten Käfern die Nahrung zu entziehen und so ihre Vermehrung einzudämmen.

Der Käfer hatte überall, wo er hinkam, Verluste von 10—70% der Ernte verursacht, und die Erträge konnten erst durch das Zusammenwirken von verbesserten Kulturmethoden und der Bekämpfung mit Giften wieder auf eine rentable Höhe gebracht

werden. Bemerkenswert ist, daß eine staatliche Garantie für den Erfolg der neuen Kulturmethoden gegeben wurde, um ihre Einführung zu beschleunigen und daß diese Garantie nie in Anspruch genommen worden ist. Der Fruchtwechsel hatte dann außer seinem nächstliegenden Zweck die ungemein weitreichende Folge, daß er das ganze Wirtschaftsleben der Baumwollzone umgestaltete und das Gebiet von der Ernte des Hauptproduktes und von der Einfuhr der wichtigsten Lebens- und Futtermittel unabhängig machte. Die Erkenntnis dieses Zusammenhanges führte dazu, daß dem *„boll weevil"* trotz fortdauernder großer Schäden von den Pflanzern in Alabama 1921 ein Denkmal gesetzt wurde (Abbildung in Smithsonian Report 1945); die Inschrift lautet: „In profound appreciation of the boll weevil and what it has done as the herald of prosperity this monument is erected by the citizens of Enterprise, Coffee County, Alabama[1])."

Auch die Schäden des später nach Nordamerika eingeschleppten Maiszünslers sind durch Kulturmaßnahmen so weit eingeschränkt worden, daß eine lohnende Kultur trotz der Anwesenheit des Schädlings möglich ist. Es ist hierbei zu betonen, daß solche Kulturmaßnahmen nur aus genauer Kenntnis der Biologie eines Schädlings entwickelt werden können und daher die Landwirtschaft sie nicht selbst ohne die Hilfe der Pflanzenschutzsachverständigen finden kann.

Die aus Nordamerika bekannt gewordenen Zahlen über die Ausrottung der Berberitze zeigen auch deren große Bedeutung für die Ausbreitung der Getreiderostepidemien.

In den 13 Staaten des mittleren Nordens und Westens, wo die Berberitze ausgerottet wurde, gingen die Rostschäden von einem durchschnittlichen Jahresverlust von 57 Millionen Bushels = 15,5 Millionen dz in 1916—1920 auf einen Durchschnittsverlust von 9 Millionen Bushels = 2,45 Millionen dz in 1926—1930 zurück. Dabei wurden von 1916—1930 im ganzen annähernd 18,5 Millionen Berberitzensträucher ausgerottet. Die Gesamtaufwendungen der beteiligten Staaten in den 14 Jahren betrugen 1,1 Millionen Dollar, die der Bundesregierung 4,5 Millionen Dollar. Die insgesamt aufgewendeten Geldbeträge belaufen sich auf weniger als ein Zehntel der durchschnittlichen Rostschäden in den fünf Jahren von 1916—1920.

Als Einzelbeispiele erfolgreicher Schädlingsbekämpfung sind aus Deutschland außer den schon erwähnten noch zu nennen: im Ackerbau die Bekämpfung der Rübenblattwanze, im Obstbau diejenige des Apfelblattsaugers und der Pflaumensägewespen, im Gemüsebau diejenige der Kohlfliege, in der Forstwirtschaft die Bestäubung der Wälder von Flugzeugen aus. Außerdem sind hier noch die neuen synthetischen Insektizide anzuführen, die einen ungeheuren Fortschritt bedeuten. Auch die Anwendung organischer und synthetischer Fungizide und anderer Antibiotika nimmt zu.

Ähnliche und zum Teil noch größere Erfolge sind mit der biologischen Bekämpfung erreicht worden. Außer der Rettung der Maulbeerkultur und damit der Seidenzucht in Italien durch Einführung von Parasiten der Maulbeerschildlaus *(Diaspis pentagona)* ist hier das klassische erste Beispiel der Einführung des Marienkäfers *Novius cardinalis* nach Kalifornien durch Koebele zu erwähnen. Die dortige *Citrus*-Kultur stand infolge der Ausbreitung der Schildlaus *Icerya purchasi* vor dem sicheren Ruin, da die befallenen Bäume durch die Schildlaus praktisch in einem Jahr vernichtet wurden. Durch die Einführung des Käfers

[1]) Übersetzt: „In hoher Wertschätzung des Kapselkäfers und dessen, was er als Führer zum Wohlstand getan hat, wurde dieses Denkmal errichtet von den Bürgern von Enterprise, Coffee County, Alabama."

gelang es, diese gefährliche Schildlaus dort und später auch in anderen Ländern so zu unterdrücken, daß sie praktisch bedeutungslos geworden ist.

Die Bedeutung der oft ebenso weitreichenden und im Prinzip wertvolleren Wirkung der vorbeugenden Maßnahmen gegen Einschleppung und Ausbreitung von Schädigern ist noch besonders zu würdigen, da sie sich nicht zahlenmäßig ermitteln läßt und nur zuweilen durch Vergleich mit den Verhältnissen in verseuchten Ländern abgeschätzt werden kann. Sie geht u. a. hervor aus dem Beispiel der Bekämpfung des Kartoffelkrebses *(Synchytrium endobioticum)* durch Züchtung und Anbau widerstandsfähiger Sorten, die es möglich machen, die Krankheit vollständig auszuschalten, ehe sie schwere Schäden anzurichten vermag. In gleicher Weise wirkt auch die radikale Ausrottung eingeschleppter Pilzkrankheiten und Insekten, wie des *Citrus*-Krebses in manchen Ländern und der Mittelmeerfruchtfliege in Florida[1]).

So zeigen sich die Erfolge und damit die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes nicht nur im einzelnen Falle, sondern insgesamt betrachtet an zahlreichen Beispielen in Mehrerträgen an Erntemengen und Erntewert, in der Sicherung der Kulturen durch größere Gleichmäßigkeit der Ernten und Vermeidung von Mißernten, und vielfach auch in der Erhaltung der Anbauwürdigkeit einzelner Nutzpflanzen und in der Sicherung vor Einschleppung neuer Feinde. Nebenher geht auch ein allgemeiner kulturverbessernder Erfolg, da Krankheiten häufig ein Anzeichen von Kulturfehlern sind, zu deren Vermeidung erst der Pflanzenschutz den Anstoß gibt. Hierher gehören auch die Fälle, wo mit resistenten Sorten zugleich ertragreichere gezüchtet oder eingeführt werden. Daraus ergibt sich für Einzelmaßnahmen wie für das Ganze des Pflanzenschutzes, daß ein wohldurchdachter und sorgfältig durchgeführter Pflanzenschutz nicht nur notwendig ist, sondern auch, daß die dafür aufgewendeten Kosten sich reichlich lohnen.

In diesem Zusammenhang verdient eine Auffassung erwähnt zu werden, die sich gegen übertriebene Furcht vor neuen Schädlingen wendet, da doch jedesmal, abgesehen von direkter Bekämpfung, schließlich eine Verbesserung der Kulturmethoden und damit höhere Erträge als vorher erzielt würden (Howard).

IV. Volkswirtschaftliche Bedeutung

Als Hilfsmittel der Pflanzenproduktion hat der Pflanzenschutz Teil an der volkswirtschaftlichen Bedeutung allen Pflanzenbaues, dessen wichtigste Aufgabe die Volksernährung ist und von dem außerdem als einer Urproduktion notwendiger Rohstoffe, wie Holz, Pflanzenfasern, Fette, Genuß- und Arzneimittel eine Reihe großer Industrien abhängt. Die in allen Notzeiten wieder erkannte Wahrheit, daß die Landwirtschaft die wichtigste Industrie im Staate ist, be-

[1]) Über Beispiele und Bedeutung der Verschleppung von Pflanzenkrankheiten vgl. noch: Stakman, E. C., Die Bedeutung eines Pflanzenschutzgesetzes für die europäischen Länder. Mitt. DLG **46**, 1931, 515—518, 540—543. Ausführlicher Bericht über die Fruchtfliegenausrottung: Newell, W., Report of the activities of the State Plant Board of Florida; account of the campaigne carried out against Ceratitis capitata in Florida from its inception on 6th April 1929 up to 31st December 1930. Mon. Bull. State Plant Board Florida **15**. 1931, 49—143.

herrscht im besonderen Maße die Gegenwart und ist in allen Ländern auch der Förderung des Pflanzenschutzes zugute gekommen. Er gehört zu den wesentlichen Maßnahmen, die neben verbesserten Kulturmethoden, neben Züchtung auf Ertrag und Erweiterung natürlicher Klimagrenzen, neben Düngung usw. den Nahrungsspielraum der Menschheit erweitern[1]). Die Interessen der Gesamtwirtschaft von Erzeugern und Verbrauchern sind daher nahezu identisch mit denen des einzelnen Produzenten. Auf lange Sicht muß der Konsument alle Kosten der Schädlingsbekämpfung tragen und auch an allen Erfolgen derselben teilhaben, solange nicht eine Monopolherrschaft eingreift, die ihn weiterhin mit den Kosten belastet, ohne ihn an den Erfolgen teilnehmen zu lassen.

Im klimatischen Optimum einer Kultur spielen wie die übrigen Faktoren, z. B. der Boden, auch die Pflanzenkrankheiten im allgemeinen eine geringere Rolle. Bedürfnis und Notwendigkeit verlegen aber viele Kulturen außerhalb ihres klimatischen Optimums, wie Weizen ins Gebirge, Kartoffeln in warme Lagen. Kleinbesitz und Staatsinteresse streben überall nach möglichst vielseitiger Eigenproduktion und ebenso zwingt auch der Fruchtwechsel zur Einschaltung von Nebenkulturen, die nicht immer die besten Bedingungen finden. Wo also eine Kultur besonders von Schäden bedroht ist oder an der Grenze der Rentabilität steht, wird die Bedeutung des Pflanzenschutzes für ihre Aufrechterhaltung besonders ins Gewicht fallen, und es gibt Kulturen, die, wie der deutsche Weinbau, ohne dauernde Schädlingsbekämpfung heute an ihrer Stelle nicht mehr existenzfähig sind. Die wichtige Frage nach dem Einfluß der Pflanzenkrankheiten und des Pflanzenschutzes auf die Gestalt und die Gestaltung der Bodennutzung ist von Unterstenhöfer[2]) eingehend untersucht worden. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Pflanzenkrankheiten in letzter Konsequenz auf eine Extensivierung und der Pflanzenschutz umgekehrt auf eine Intensivierung der Bodennutzung hinwirken.

Für den Pflanzenbau im ganzen als Teil der Volkswirtschaft betrachtet ist die ausgleichende Wirkung des Pflanzenschutzes gegen zu große Ertragsschwankungen besonders zu bedenken. Gleichmäßige Ernten bedingen gleichmäßigen Preisstand, an dem zunächst der Handel, dann aber die Gesamtwirtschaft interessiert ist. Nicht weniger Interesse daran hat der Produzent selbst, der in ungewöhnlich guten Jahren niedere Preise für seine Ernte erhält und in schlechten Jahren bei hohen Preisen wenig oder nichts zu verkaufen hat.

Die allgemeinen volkswirtschaftlichen Vorteile aus der Sicherung und Vermehrung der landwirtschaftlichen Erzeugung, die Ernährung der Bevölkerung aus eigener Scholle und die Entlastung der Handelsbilanz sind bekannt und zum Teil hier schon erwähnt. Sie bedingen, daß die rein privatwirtschaftliche Rentabilität nicht die letzte Begründung für den Pflanzenschutz abgeben kann. Er ist in der auf das Wohl des Volksganzen ausgerichteten Wirtschaft sehr oft auch dort noch notwendig, wo er im Einzelfall nicht rentabel ist. Die volks-

---

[1]) Den Nahrungsverlust durch Schädlinge hat schon Vauban (1633—1707) bei der Berechnung der möglichen Bevölkerungsdichte eines Landes in Betracht gezogen.

[2]) Unterstenhöfer, G., Untersuchungen über die betriebswirtschaftlichen Grundlagen der Pflanzenpathologie. Höfchen-Briefe, Leverkusen, 3, 1950, 6—48.

wirtschaftliche Bedeutung greift aber weiter, indem die Auswirkungen der Schäden vermieden werden, die in vermehrter Anbaufläche und vermehrtem Arbeitsaufwand für dieselbe Erntemenge, Verteuerung der Produkte für den Konsumenten, Entwertung des Bodens, Verlusten des Transportwesens, an Steueraufkommen, Verlusten der Verarbeitungsindustrien, verminderter Kaufkraft der landwirtschaftlichen Bevölkerung bestehen. Berechnungen solcher volkswirtschaftlichen Auswirkungen sind schon durchgeführt worden[1]); ihre Berechtigung ist durch die Tatsache erwiesen, daß private Eisenbahngesellschaften in Nordamerika bei plötzlich auftretenden Schäden durch Entsendung von Sachverständigen und Bereitstellung von Bekämpfungsmitteln eingreifen oder in Frankreich einen ständigen beratenden Pflanzenschutzdienst unterhalten. Unmittelbar sind natürlich der Handel und die Verarbeitungsindustrien (z. B. Holzhandel, Zuckerindustrie) an erfolgreichem Pflanzenschutz interessiert, und auch hier gibt es Beispiele, daß sie in gleicher Weise wie die Organisationen des Anbaues selbst den Pflanzenschutz unterstützen.

Als wirtschaftliche Auswirkung des Pflanzenschutzes ist auch die Industrie der Pflanzenschutzmittel und -apparate anzusehen, die in neuerer Zeit einen großen Umfang erreicht hat. Für viele Länder bedeutet sie zugleich auch eine einheimische Produktion, die sie von der Einfuhr fremder Erzeugnisse entlastet[2]).

Über Erzeugung und Verbrauch an Apparaten liegen nur ganz vereinzelte Zahlen vor, dagegen sind vielfach Angaben über den Verbrauch von Pflanzenschutzmitteln in der Literatur vorhanden.

Statistische Erhebungen sind zum Teil in den Vereinigten Staaten angestellt worden; danach betrug dort im Jahre 1934 der Verbrauch von Schweinfurter Grün 4 Millionen Pfund, von Bleiarsenat 40 Millionen Pfund und von Kalziumarsenat 30 Millionen Pfund; die Einfuhr von Pyrethrumblüten belief sich auf 10,5 Millionen Pfund. 1932 war der Verbrauch von Mineralölen, die jetzt mengenmäßig an erster Stelle stehen, auf rund 17 Millionen Liter gestiegen. Nach einer früheren Angabe werden außerdem jährlich z. B. 5 Millionen Pfund Kupferkarbonat (für Saatgutbeizung) und mehr als 1 Million Pfund Paradichlorbenzol verbraucht. Der Weinbau verbraucht schon seit längerer Zeit, wie neuerdings auch der Obstbau, große Mengen von chemischen Mitteln. Der Jahresverbrauch beläuft sich nach Zillig (1941, s. S. 14) auf 1875 t gemahlenen und 500 t flüssigen Schwefel, 20000 t Kupfervitriol, 10000 t Spritzkalk, 800 t Kupferstäubemittel, 10000 t Nirosan und 9000 t Schwefelkalkbrühe. Nach Drees[3]) werden in der amerikanischen und britischen Besatzungszone Deutschlands jährlich gebraucht 9000 t kupferhaltige Mittel (ohne Kupferschlackenmittel) im Wein-, Obst-, Hopfen- und Kartoffelbau, 2500 t Schwefelmittel im Wein- und Obstbau, 15000 t Arsenmittel im Kartoffelbau, Grünland und Obstbau, 30000 t synthetische Mittel im Gemüse-, Kartoffel- und Obstbau, 12000 t teerölhaltige Mittel im Obstbau, und 10000 t Unkrautbekämpfungsmittel.

Der jährliche Gesamtverbrauch von Kupfer im Pflanzenschutz wird auf 350000 t Kupfersulfat = nahezu 90000 t Kupfer geschätzt, wovon auf Frankreich, Italien und die Vereinigten Staaten unter normalen Verhältnissen etwa zwei Drittel entfallen. (Copper Development Association, 1948.)

---

[1]) Vgl. Morstatt, H., Die jährlichen Ernteverluste usw. Ber. ü. Landw. **9**, 1929, 435.

[2]) Über die deutsche Pflanzenschutzmittelindustrie vgl. A. Schmidt, Die industrielle Chemie, Berlin 1934 (Die Industrie der Pflanzenschutzmittel, S. 364—382).

[3]) Drees, H., Pflanzenkrankheiten und landwirtschaftliche Erzeugungssteigerung. Stuttgart-Ludwigsburg 1948.

Vergleichbar große Mengen an Chemikalien finden auch für die Beizung des Getreides und neuerdings auch anderer Sämereien Verwendung; den Verbrauch an Getreidebeizmitteln schätzt Klages[1]) für 1930 in Deutschland auf etwa 800 t. Die angeführten Zahlen geben eine Vorstellung davon, wie große Mengen von Mitteln in Frage kommen, wenn die Bekämpfung mit chemischen Mitteln in einer ausgedehnten Kultur einmal eingeführt ist.

Ebenso benötigen auch staatliche Sondermaßnahmen, wie die Bekämpfung von Heuschrecken, Kartoffelkäfer, Reblaus, Schwammspinner, oder die Berberitzenausrottung sehr große Mengen von chemischen Mitteln und zahlreichen Geräten zu deren Anwendung.

V. Ernteschädenversicherung

Ernteversicherung besteht — mit Ausnahme der Hagelversicherung[2]) — bisher nur in den Vereinigten Staaten und bezieht sich dort grundsätzlich auf alle vermeidbaren Naturschäden, d. h. solche durch Naturgewalten, schädigende Witterungseinflüsse sowie Schädlinge aus der Tier- und Pflanzenwelt. Sie ist dadurch erschwert, daß es sich bei Pflanzenkrankheiten weitgehend um vermeidbare Schäden handelt, und daß diese sehr schwer genau abzuschätzen und zugleich sehr wenig nach Art, Häufigkeit und Umfang vorauszuberechnen sind. Sie hängen auch vielfach von besonderer Bodenbeschaffenheit, der Art der Kulturen und der Sorgfalt beim Anbau ab, so daß sie sich sehr ungleichmäßig verteilen. Sehr zu bedenken ist, daß eine Versicherung die Gefahr des Unterlassens oder nachlässiger Ausführung von Pflanzenschutzmaßnahmen mit sich bringt.

Einige Beispiele für die Ungleichmäßigkeit von Schäden, denen aber gleichmäßiger verlaufende gegenüberstehen, hat Stevens[3]) nach den genauesten bisher vorliegenden Schätzungen dargestellt. Wir geben daraus nebenstehend die Schäden durch Apfelschorf und Kraut- und Knollenfäule der Kartoffeln in den Vereinigten Staaten 1920 bis 1929 wieder.

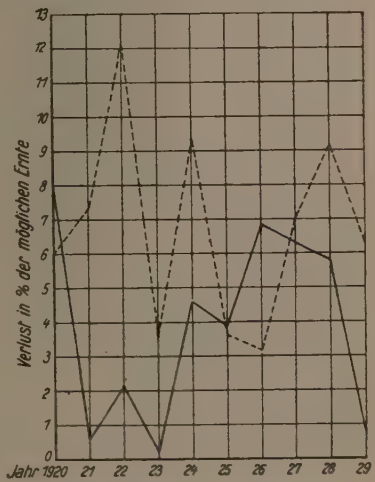

Abb. 3. Schäden durch Apfelfusikladium – – – – und Phytophthora ——— in den Vereinigten Staaten 1920—1929. Nach Stevens (1932).

Als Grundlage einer Ernteversicherung hat Valgren[4]) die folgenden Leitsätze aufgestellt:

[1]) Klages, A., Bekämpfung von Schädlingen der Kulturgewächse durch chemische Mittel, Bekämpfungstechnik. Angew. Chemie **45**, 1932, 367—368.

[2]) Vgl. Band I, 2. Teil, 1934, S. 176 und 236; für die Vereinigten Staaten: Valgren, V. N., Hail insurance on farm crops in the United States. U. S. Dept. Agric. Bull. 912, 1920.

[3]) Stevens, N. E., Plant-disease hazards, though very fluctuating, demand action. U. S. Dept. Agric., Yearbook 1932, S. 294—297.

[4]) Valgren, V. N., Crop insurance: risks, losses, and principles of protection. U. S. Dept. Agric. Bull. 1043, 1922.

1. Versichert werden sollen nur Schäden, die einen schweren Geldverlust für den Anbauer bedeuten. Die beste Grundlage dürfte der durchschnittliche Jahresertrag der Gesamtfläche einer bestimmten Kultur sein.
2. Die Versicherung muß alle Schäden decken, die sich der Einwirkung des Versicherten entziehen.
3. Verluste durch Fahrlässigkeit und Nachlässigkeit dürfen in keinem Falle entschädigt werden.
4. Der Beitrag muß im richtigen Verhältnis zu dem Schutz, den er sichert, stehen und darf nicht zu hoch sein.
5. Der Schaden muß im Verhältnis zu dem zu erwartenden Ernteertrag abgeschätzt werden, wobei auch Preisminderungen zu berücksichtigen sind.
6. Bei völligem Fehlschlag einer versicherten Kultur, der das Reifenlassen und Abernten nicht lohnt, muß für frühzeitige Entschädigung gesorgt sein. Diese soll den Wert der Arbeit und andere Unkosten, einschließlich Zinslasten, nicht überschreiten.
7. Alle teilweisen Schäden einer Kultur werden erst entschädigt, wenn das Ernteprodukt in marktfähigem Zustand ist, so daß Menge und Beschaffenheit abgeschätzt werden können.
8. Günstige Versicherungsbedingungen sind nur möglich, wenn die Versicherung, wie die Feuerversicherung eine Garantie gegen ernste Verluste sein und nicht etwa alle paar Jahre eine Entschädigung einbringen soll. Zur Verbilligung der Werbung ist gemeinsame Versicherung durch Genossenschaften zu empfehlen.

Über den bisherigen Ausbau der Versicherung in den Vereinigten Staaten hat Rommel[1]) ausführlich berichtet. 1938 wurde die Weizenversicherung aufgenommen und 1942 kam die Baumwolle hinzu. Nachdem die Versicherung durch ein revidiertes Ernteversicherungsgesetz vom 23. Dezember 1944 neu geregelt war, wurde sie auch auf Flachs, Mais und Tabak ausgedehnt. Weiterhin sollen alle wichtigen landwirtschaftlichen Kulturen und selbst Bäume und Waldungen einbezogen werden. Die bisherigen Erfahrungen haben ergeben, daß die Prämien — bei Weizen im fünfjährigen Durchschnitt 1939—1943 11,43%, bei Baumwolle 1942 und 1943 7,86% der versicherten Erntemengen — teilweise zu niedrig angesetzt waren. Die Ersatzleistungen betrugen nämlich für 1945 in % der Prämien bei Weizen 46,31, bei Baumwolle 310,06, bei Flachs 56,73, bei Mais 137,82 und bei Tabak 52,57. Ein späteres Gesetz vom 1. August 1947 änderte Einzelheiten der Ausdehnung der Versicherung, der versicherten Summen und der Ersatzleistung und läßt versuchsweise auch die Versicherung von Hafer und Trockenbohnen zu.

Eine schwedische Versicherungsgesellschaft hat jetzt die Waldbrandversicherung auf die Versicherung gegen Forstinsektenschäden ausgedehnt.

VI. Staat und Pflanzenschutz

Die Förderung, die der Staat dem Pflanzenschutz angedeihen läßt, ist ein Ausdruck und eine Auswirkung von dessen wirtschaftlicher Bedeutung. Die Unterhaltung eines wirksamen Pflanzenschutzes durch Forschung, Versuchswesen und Unterricht und durch eine nach den örtlichen Verhältnissen abgestufte Organisation des praktischen Dienstes für Aufklärung und Überwachung ist staatliche Aufgabe im Interesse der landwirtschaftlichen Bevölkerung und

[1]) Rommel, C., Die Ernteversicherung in den Vereinigten Staaten. Nachrichtenbl. d. Pflanzenschutzd., Neue Folge **1**, 1947, 41—44.

zugleich der Sicherung der Volksernährung. Hierzu gehört auch das besondere staatliche Eingreifen bei außergewöhnlichen Schäden durch Witterung und Krankheiten und Schädlinge oder bei der Ausbreitung neuer Schadenerreger. Im Laufe der Zeit hat sich die gesetzliche Festlegung aller staatlichen Maßnahmen als notwendig erwiesen, wie sie in Deutschland durch das „Gesetz zum Schutze der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen" (Reichspflanzenschutzgesetz) vom Jahre 1937 geschehen ist.

Aus den oben angeführten Beispielen besonders großer Schäden geht hervor, welchen beinahe überwiegenden Anteil daran die erst in der Neuzeit in die einzelnen Länder eingeschleppten Parasiten haben und wie ungemein somit die Verschleppung von Schädigern durch die Steigerung und Beschleunigung des modernen Verkehrs begünstigt wird. Daraus ergibt sich auch ein viel dringenderes Bedürfnis nach dem Bestehen einer leistungsfähigen Pflanzenschutzorganisation über die unmittelbar landwirtschaftlichen Belange hinaus im staatlichen Gesamtinteresse. Man kann wohl sagen, daß in Europa Parasiten wie Blutlaus, Reblaus, Koloradokäfer, San-José-Schildlaus und die Rost- und Mehltaupilze den Hauptanstoß zur Entwicklung des modernen Pflanzenschutzes gegeben haben. Gegen solche Gefahren sind oft Ausrottungsmaßnahmen notwendig, die zu kostspielig sind, um von den unmittelbar bedrohten Kreisen getragen zu werden, und die daher nur mit staatlicher Hilfe durchgeführt werden können. Noch mehr ist der Abwehrdienst durch Einfuhrkontrolle, der die immer umfangreicher werdende staatliche und internationale Gesetzgebung entstehen ließ, eine Einrichtung von allgemeiner volkswirtschaftlicher Bedeutung.

Die Gesamtaufwendungen der Staaten entsprechen daher der Bedeutung, welche sie dem Pflanzenschutz beimessen. Die neuere Entwicklung hat gezeigt, daß diese Bedeutung überall mehr und mehr erkannt wird, und hierzu wird in Zukunft die statistische Ermittlung des Umfanges der Schäden noch viel beitragen. Zahlen über die staatlichen Aufwendungen sind im allgemeinen noch wenig bekannt; die übersichtlichsten Angaben darüber sind regelmäßig im Haushaltsplan des Landwirtschaftsministeriums der Vereinigten Staaten enthalten.

Nicht in letzter Linie müssen auch die staatlichen Aufwendungen im richtigen Verhältnis zu dem Umfang der Schäden und zu dem möglichen Erfolge des Pflanzenschutzes stehen. Für deutsche Verhältnisse wurde neuerdings darauf hingewiesen, daß zur Betreuung der Tierproduktion, die vor dem letzten Kriege einen Wert von rd. 8 Milliarden RM darstellte, etwa 10000 Tierärzte vorhanden waren, wogegen mit dem Schutze der Produktion der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen in einem Wert von jährlich 13 Milliarden RM nur etwa 250 Fachkräfte betraut waren. Dabei wurden aber die Verluste durch Krankheiten und Schädlinge auf 2 Milliarden RM geschätzt (s. S. 10). Der Vergleich zeigt, wie berechtigt der gegenwärtige umfassende Ausbau des Pflanzenschutzes ist.

Abgeschlossen im Oktober 1950.

Zweiter Abschnitt

Die Aufgaben des Pflanzenschutzes

I. Die Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen (Hygiene)

Von Professor Dr. H. Braun, Bonn

Wenn hier zum erstenmal der Versuch gemacht wird, eine zusammenfassende Darstellung der Pflanzenhygiene zu geben, so ist zunächst erforderlich, diesen Begriff näher zu erläutern. Da er dem Gebiet der Humanmedizin entnommen ist, liegt es nahe, von einer der dort anerkannten Umschreibungen auszugehen. Rubner[1]) gibt folgende Definition: „Die moderne Hygiene ist eine Wissenschaft, die sich das Ziel setzt, alle die Gesundheit betreffenden Fragen mit Hilfe der in den Naturwissenschaften üblichen Denkweise durch experimentelle Methoden aufzuklären, zu fördern und zu erörtern und von diesem Kernpunkt ihrer Tätigkeit alle anderen Bestrebungen zu leiten, welche die Aufgabe haben, den Mensch im Kampf ums Dasein zu stärken." Es fragt sich nun, ob und wieweit diese Definition mit dem Begriff selbst sinngemäß unverändert in die Phytopathologie übernommen worden ist und dementsprechend als Richtlinie bei dieser Abhandlung dienen kann. Um das zu entscheiden, muß die Entstehung des Begriffs „Pflanzenhygiene" verfolgt werden.

Im Vorwort zur 3. Auflage dieses Handbuchs schreibt Sorauer: „So hoffe ich, wird die Idee, die ich seit Beginn meiner wissenschaftlichen Tätigkeit verfochten, nämlich die Ausgestaltung einer rationellen Pflanzenhygiene, endlich zum Durchbruch kommen. Wir müssen lernen, den Organismus vor Erkrankung von vornherein zu bewahren, und dürfen erst in zweiter Linie, notgedrungen, dazu schreiten, den bereits erkrankten Organismus zu heilen." Diese Ausführungen legen die Vermutung nahe, daß Sorauer den Begriff der Hygiene in die Lehre von den Pflanzenkrankheiten eingeführt hat. In der Tat findet sich letzterer anscheinend erstmalig in der Einleitung zu der 1886 erschienenen 2. Auflage dieses Handbuchs. Hier weist Sorauer darauf hin, daß mit der Berücksichtigung der normalen Äußerung der einzelnen Vegetationsfaktoren bei gewissen Krankheitsgruppen Material für die prophylaktische Behandlung und die Schaffung einer Pflanzenhygiene gesammelt werde.

Dieser Hinweis ist außerordentlich wichtig; denn er deutet an, daß zwischen der Äußerung der einzelnen Vegetationsfaktoren und der Pflanzenhygiene

[1]) Rubner, M., Zur Vorgeschichte der modernen Hygiene, Berlin 1905.

irgendwelche Beziehungen bestehen müssen. Welcher Art diese sind, hat Sorauer selbst wiederholt sehr deutlich, am klarsten in seiner Auseinandersetzung mit R. Hartig[1]) und in seiner Antrittsvorlesung an der Berliner Universität[2]) ausgesprochen. Es dreht sich um die Frage: Gibt es eine Prädisposition der Pflanzen für gewisse Krankheiten?

Der Begriff der Prädisposition ist schon der älteren Pflanzenpathologie nicht unbekannt gewesen. Im Jahre 1807 unterscheidet Frhr. v. Werneck[3]) zwischen der *causa praedisponens* und der *causa occasionalis*, und Wehnelt[4]) bezeichnet geradezu die als Unterströmung lebendig gebliebene Prädispositionslehre als Erbe der Romantik. Sie ist aber späterhin unter der Vorherrschaft der mykologischen Forschungsrichtung nahezu in Vergessenheit geraten oder auch, wie z. B. von Julius Kühn[5]), bewußt abgelehnt worden. Man überschätzte die Beweiskraft des Infektionsversuches und ließ sich auf Grund des festgestellten Krankheitsbefundes zu der Annahme verleiten, es gäbe kaum eine Erkrankung, bei welcher Parasiten nicht beteiligt seien; sobald diese vorhanden und die für ihre Entwicklung erforderlichen äußeren Bedingungen erfüllt seien, käme es auch stets zu einer Erkrankung. Und als sich die Angaben mehrten, daß dieselben Infektionsverfahren doch einen unterschiedlichen Erfolg aufwiesen, Angaben, die sich vollkommen mit den im Freiland gemachten Beobachtungen deckten, wurde zur Erklärung dieses unterschiedlichen Ergebnisses die Virulenztheorie aufgestellt.

Demgegenüber kam Sorauer auf Grund umfangreicher Untersuchungen zu dem Schluß, daß für das Zustandekommen einer parasitären Erkrankung nicht die Anwesenheit des Parasiten allein maßgebend sei, sondern auch die Beschaffenheit der Wirtspflanze mitsprechen könne. Er zeigte, daß einmal Pflanzen durch künstliche Änderung eines Vegetationsfaktors in ihrer Konstitution geändert werden können („der Pflanzenleib ändert sich mit dem Wechsel jeder einzelnen Lebensbedingung")[6]) und daß zum anderen der Befall durch Pilze an eine bestimmte Konstitution des Organismus gebunden ist oder doch wenigstens diese bevorzugt, so daß sich Pflanzen mit einer bestimmten Konstitution als besonders empfänglich für die einzelnen Krankheiten erweisen. Diese Beziehung gilt aber, wie Sorauer nachwies, nicht nur für parasitäre Krankheiten, sondern für jede Erkrankung ohne Rücksicht auf ihre Ursache, also z. B. auch für Erkrankungen durch Boden- und Witterungseinflüsse. In enger Anlehnung an die Auffassung der Humanmedizin bezeichnete Sorauer diesen „inneren Zustand der Geneigt-

---

[1]) Hartig, R., Der Fichtenrindenkrebs erzeugt durch *Nectria cucurbita Fr.* und *Grapholita pactolana Kühlw. (Tortrix dorsana)*. Forstw. Zentralbl. N. F. **1**, 1879, 471—476. — Sorauer, P., Gibt es eine Prädisposition der Pflanzen für Krankheiten? Ldw. Versuchsstat. **25**, 1880, 327—372.

[2]) Sorauer, P., Über die Prädisposition der Pflanzen für parasitäre Krankheiten. Arb. Deutsche Landw. Ges. **82**, 1903, 193—210.

[3]) Werneck, L. F. F. Frhr. v., Versuch einer Pflanzenpathologie und -therapie. Mannheim-Heidelberg 1807.

[4]) Wehnelt, B., Die Pflanzenpathologie der deutschen Romantik als Lehre vom kranken Leben und Bilden der Pflanzen. Bonn 1943, S. 204.

[5]) Kühn, J., Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und Verhütung. Berlin 1859. S. 36.

[6]) Sorauer, P., Die Obstbaumkrankheiten. Berlin 1879, V.

heit oder Vorbereitung einzelner Pflanzen zu gewissen Krankheiten"[1]) als Prädisposition. Diese braucht durchaus nicht etwa in einer Funktionsstörung, also in einer Abweichung von den bisherigen, für den Organismus zweckmäßigen Lebensvorgängen zu bestehen, sondern sie kann auch durch vollkommen normale Entwicklungsphasen bedingt sein, in welchen die Organe eine besondere Empfindlichkeit gegenüber äußeren Eingriffen besitzen. Sorauer unterscheidet demgemäß zwischen abnormer und normaler Prädisposition.

Mit diesen Anschauungen stieß er zunächst auf den schärfsten Widerspruch zahlreicher Fachgenossen. Nur de Bary[2]) hat ihm beigepflichtet und sich ausdrücklich zu der Lehre von der Prädisposition bekannt. Er bezeichnet es als selbstverständlich, daß der physiologische Grund der Prädisposition in der stofflichen Beschaffenheit des Wirtes liegt und daher indirekt von Ernährungsbedingungen abhängig sein muß. Er gibt auch zu, daß die Prädisposition krankhaft sein kann, wenn mit ihr gleichzeitig Abweichungen von dem Zustand verbunden sind, welchen man für die betreffende Art erfahrungsgemäß den gesunden nennt, während andererseits die Prädisposition nicht jedesmal einen für sich krankhaften Zustand anzeigen muß. Wenn aber Wehnelt[3]) behauptet, de Bary habe den romantischen Konstitutionsgedanken in Form der Prädispositionslehre an kommende Generationen weitergegeben, so mißt er ihm damit ein Verdienst bei, das in Wahrheit zweifellos Sorauer zukommt. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß Anerkennung oder Ablehnung einer Prädisposition der Pflanzen für die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten von entscheidender Bedeutung ist. Leugnet man eine Prädisposition der Pflanze, so bleibt als einzige Möglichkeit, die nicht parasitäre Ursache zu beseitigen bzw. den Parasiten selbst zu vernichten. Nimmt man dagegen eine solche an, wie sie heute nachgewiesen ist, so ergibt sich als neuer Grundsatz auch in der Phytopathologie „Erhaltung der Gesundheit ist Vermeidung der Krankheit"[4]), d. h. es kommt darauf an, Maßnahmen zu ergreifen, um die Prädisposition der Pflanze, das „Empfänglichkeitsstadium des Nährorganismus"[5]), zu beseitigen. Sorauer hat deshalb folgerichtig gefordert, die Phytopathologie müsse in Zukunft auf „Vorbeugung der Krankheiten durch eine auszubildende Pflanzenhygiene"[6]) ausgehen. Gegenüber der herrschenden Methode der Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten würde der Erfolg weit sicherer sein, wenn das Vorbeugungsverfahren weiter ausgedehnt würde, „indem wir die Pflanze in einem Zustand zu erhalten suchen, der sie innerhalb der Breite der Gesundheit und widerstandsfähig gegen Parasitenbesiedlung erhält"[5]).

---

[1]) Sorauer, P., Gibt es eine Prädisposition der Pflanzen für gewisse Krankheiten? Landw. Versuchsstat. **25**, 1880, 328.

[2]) de Bary, A., Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bacterien. Leipzig 1884, S. 385.

[3]) Wehnelt, B., Die Pflanzenpathologie der deutschen Romantik als Lehre vom kranken Leben und Bilden der Pflanze. Bonn 1945, S. 36.

[4]) Dieses Handbuch, Bd. I, 2. Aufl. Berlin 1886, S. 11.

[5]) Sorauer, P., Über die Prädisposition der Pflanzen für parasitäre Krankheiten. Arbeiten Deutsche Landw. Ges. **82**, 1903, 210, 194.

[6]) Dieses Handbuch, Bd. I, 3. Aufl. Berlin 1909, S. 68.

Die Bestrebungen entsprechen also etwa dem, was Rubner an zweiter Stelle seiner Definition als Ziel der modernen Hygiene nennt. Im Einklang damit steht, wenn Morstatt[1]) Pflanzenhygiene als vorbeugende Behandlung bezeichnet. Es fragt sich nun, ob hiermit in der Phytopathologie das Wesen der Hygiene erschöpfend erfaßt ist, oder ob sie ebenso wie in der Humanmedizin, wo Rubner als ihren Kernpunkt Aufklärung, Förderung und Erörterung aller die Gesundheit betreffenden Fragen mit Hilfe der in den Naturwissenschaften üblichen Denkweise ansieht, auch in der Lehre von den Pflanzenkrankheiten noch andere Aufgaben einbegreift.

Morstatt[1]) scheint diese Frage, vielleicht unbewußt, zu bejahen. Denn er spricht an anderer Stelle von Vorbeugung und Hygiene nebeneinander und faßt weiterhin unter Kulturmaßnahmen im Gegensatz zu den Bekämpfungsmaßnahmen alle prophylaktischen Aufgaben der Hygiene zur Gesunderhaltung der Pflanzen zusammen. Daraus wäre zu schließen, daß die Hygiene auch noch andere Aufgaben zu erfüllen hat. Sucht man wieder bei dem Begründer der Pflanzenhygiene nach einer Beantwortung dieser Frage, so könnte man als Parallele zu dem Kernpunkt der Hygiene im Sinne Rubners es ansehen, wenn Sorauer „als unbedingtes Erfordernis für die weitere Ausbildung der Pathologie einerseits und für den Fortschritt unserer Pflanzenkultur andererseits betrachtet, daß die Zustände der Nährpflanzen studiert werden, welche sich bei Krankheiten als besonders widerstandsfähig und als besonders empfänglich und hinfällig gezeigt haben. Wenn Hand in Hand mit diesen Bestrebungen die experimentelle Anzucht von Pflanzen unter künstlich hergestellten Veränderungen der Vegetationsbedingungen geht und der Einfluß dieser Änderungen auf die stoffliche und gestaltliche Entwicklung des Pflanzenteiles nachgewiesen wird, dann werden wir den richtigen Weg betreten haben, wie wir durch die Kultur manchen Krankheiten entgegenarbeiten können“[2]).

Ob Sorauer aber wirklich diese Forschungsarbeit in die Aufgaben der Hygiene einbegriffen wissen wollte, erscheint sehr fraglich. Schließt er doch z. B. seine Antrittsvorlesung mit den Worten: „Unsere nächste Aufgabe ist die Förderung der pathologischen Chemie und die Schaffung einer Pflanzenhygiene“[3]). Erstere denkt er sich zweifellos in dem eben angedeuteten Sinne. Er stellt also hier die Erforschung der Zusammenhänge zwischen Empfänglichkeitszustand der Pflanze neben die Schaffung einer Pflanzenhygiene. Noch deutlicher geht das aus der von ihm vorgeschlagenen Vierteilung des gesamten Stoffgebietes der Phytopathologie hervor. Hier tritt neben Pathographie, Pathogenie und Therapie die Prophylaxis oder das Vorbeugungsverfahren. Versucht man in diese Stoffeinteilung den Begriff der Pflanzenhygiene einzugliedern, so kann es nach den bisherigen Ausführungen keinem Zweifel unterliegen, daß allein das Gebiet der Prophylaxis die Möglichkeit der Einordnung bietet. Ja, man wird beide Begriffe nunmehr mehr oder weniger gleichsetzen müssen: Prophylaxis ist „eine auf die

[1]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 142—143.
[2]) Sorauer, P., Gibt es eine Prädisposition der Pflanzen für gewisse Krankheiten? Landw. Versuchsstat. **25**, 1880, 371.
[3]) Sorauer, P., Über die Prädisposition der Pflanzen für parasitäre Krankheiten. Arbeiten Deutsche Landw. Ges. **82**, 1903, 210.

Gesunderhaltung gerichtete rationelle Hygiene. — Diese beruht auf der Tatsache der Prädisposition der Pflanze und strebt an Stelle des direkten Einschreitens gegen Schädlinge eine Kräftigung der Pflanzen und die Ausschaltung der in ihnen liegenden Bedingungen für den Eintritt der Erkrankung an"[1]).

Schwerdtfeger[2]) freilich wendet sich gegen eine Verwechslung von Prophylaxe mit Hygiene. Letztere arbeite auf weite Sicht an der Gesunderhaltung der Lebensgemeinschaft, und zwar dann, wenn keine Krankheit vorliege. Prophylaxe heiße Vorbeugung; therapeutische Maßnahmen würden vorbeugend eingesetzt, wenn vorhandene Krankheitserreger vernichtet würden. In Einzelfällen möge es zweifelhaft sein, ob eine Maßnahme als hygienisch oder als prophylaktisch anzusehen sei.

Wenn man demnach für die Phytopathologie zu einer wesentlich engeren Begrenzung des Begriffs der Hygiene gelangt, als sie nach der Definition Rubners für die Humanmedizin Gültigkeit hat, so läßt sich trotzdem leicht eine Brücke schlagen. Praußnitz[3]) unterscheidet nämlich zwischen wissenschaftlicher und praktischer Hygiene. Erstere hat alles zu erforschen, was der Gesundheit nachteilig ist oder sein könnte, und die Bedingungen festzustellen, die für das Gedeihen der Menschen am förderlichsten sind. Letztere ist bemüht, die Mittel anzugeben und die Maßnahmen durchzuführen, durch welche die Gefahren für die Gesundheit der Menschen vermieden und deren Organismus möglichst widerstandsfähig gemacht werden kann. Demnach deckt sich also der Begriff der Pflanzenhygiene mit dem der praktischen Hygiene in der Humanmedizin. Die von letzterer der wissenschaftlichen Hygiene gestellten Aufgaben werden dagegen in der Phytopathologie im wesentlichen der Pathogenie oder der Lehre von der Entstehung der Krankheiten zugewiesen.

Einer weiteren Abgrenzung bedarf die Pflanzenhygiene schließlich noch gegenüber der Therapie. Von Therapie im strengen Sinne des Wortes, wie es in der Humanmedizin gebraucht wird, d. h. von der Heilung eines erkrankten Organismus wird bei Pflanzen nur selten gesprochen werden können. Für eine solche gibt es, namentlich bei einjährigen, bisher nur wenige Beispiele, wie die Manganbehandlung dörrfleckenkranker Haferbestände und die Borbehandlung trocken- und herzfauler Rübenbestände. Nicht zu verstehen dagegen ist es, wenn Friedrichs[4]) meint, Therapie sei eigentlich nur dann gegeben, wenn wir unsere Pflanzen mit Stoffen begießen könnten, durch deren Aufnahme sie vor Schädlingen bewahrt würden. Nur Düngung könne in diesem Sinne genannt werden, auch wenn damit nur Kräftigung und Beschleunigung des Wachstums bezweckt werde, durch die die Pflanzen schnell den Angriffen der in ihrer Jugend für sie besonders gefährlichen Schädlinge entwachsen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß es sich gerade hierbei um eine Maßnahme der Hygiene handelt. Die engen Grenzen, die der Hygiene in der Phytomedizin gezogen sind, mögen auch der Grund dafür sein, daß in neuerer Zeit dem Begriff Pflanzenhygiene eine Auslegung gegeben worden ist, bei der auf eine Trennung von Hygiene und Therapie ganz

[1]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 131.
[2]) Schwerdtfeger, F., Die Waldkrankheiten. Berlin 1944, S. 356.
[3]) Praußnitz, C., Grundzüge der Hygiene. München 1923.
[4]) Friedrichs, K., Pflanzenhygiene und Pflanzentherapie. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten **48**, 1938, 161—177.

verzichtet worden ist. Nach Friedrichs[4]) gibt es im Pflanzenschutz im Grunde nur Hygiene. Baunacke[2]) hat neuzeitliche Pflanzenhygiene mit wirtschaftlichem Pflanzenschutz gleichgesetzt, während Prell[3]) die Aufgabe der Pflanzenhygiene in der Erhaltung und Förderung der Pflanzen sieht. „Ihr Ziel ist es, eine möglichst hohe Vermehrung irgendwelcher für den Menschen wertvoller Pflanzenarten zu erreichen." Mit der letzteren Verallgemeinerung wäre das Wesen der Pflanzenhygiene überhaupt nicht gekennzeichnet, wenn Prell nicht vorher als grundsätzliche Aufgabe der Hygiene aller Organismen „die planmäßige Ausschaltung der eine Organismenart störenden oder sie dezimierenden Faktoren" bezeichnet hätte. Es ist klar, daß bei einer solchen Auslegung des Begriffs Pflanzenhygiene für eine Therapie kein Platz mehr ist, wenn man die ganz vereinzelt vorkommenden Fälle einer solchen im strengen Sinne des Wortes vernachlässigt. Trotzdem soll hier an einer Trennung von Pflanzenhygiene und Pflanzentherapie festgehalten werden, wie sie der Auffassung Sorauers entspricht, weil sie den Überblick über das gesamte Gebiet des Pflanzenschutzes klarer gestaltet, der sich natürlich nicht, wie die Formulierung Baunackes erwarten lassen müßte, in der Pflanzenhygiene erschöpft. Daß Sorauer Hygiene und Therapie geschieden wissen wollte, hat er deutlich zum Ausdruck gebracht, wenn er auch in diesem Fall von Prophylaxe spricht: „Die Wege, gegen eine Epidemie vorzugehen, sind entweder therapeutisch oder prophylaktisch. Nach den bisherigen Erfahrungen hat sich die Therapie, nämlich die direkte Bekämpfung durch Fungizide nur in wenigen Fällen als erfolgreich erwiesen, und man kommt mehr und mehr zu der Anschauung, daß die vorbeugende Methode die aussichtsvollere ist"[4]). Sorauer weist damit auch den Weg zur Unterscheidung zwischen Hygiene und Therapie. Die Trennung läßt sich durchführen, wenn man in einer gewissen Abwandlung des Begriffes Therapie hierunter alle diejenigen Maßnahmen zusammenfaßt, die in erster Linie auf eine Vernichtung des Parasiten abzielen, dagegen von Hygiene spricht, sobald es sich vornehmlich um eine Beeinflussung der Prädisposition der Pflanze handelt. Es muß zugegeben werden, daß sich bei einer solchen Begriffsbegrenzung nicht immer scharfe Grenzen zwischen Hygiene und Therapie ziehen lassen. Die Samenbeizung z. B. kann man zu letzterer rechnen, weil es sich um eine unmittelbare Bekämpfung des Krankheitserregers handelt. Man kann sie aber auch mit Sorauer[5]) als eine Maßnahme der Hygiene im Sinne von Prophylaxe ansehen, indem durch das Beizen der Erkrankung der Pflanze vorgebeugt wird. In der Mehrzahl der Fälle wird aber eine zwanglose Scheidung nach dem oben angeführten Gesichtspunkt möglich sein. Die Darstellung der Hygiene hat sich dann in erster Linie auf eine Erörterung aller Kulturmaßnahmen im weitesten Sinne zu erstrecken, die geeignet sind, die für eine gesunde

[1]) Friedrichs, K., Pflanzenhygiene und Pflanzentherapie. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten **48**, 1938, 161—177.

[2]) Baunacke, W., Pflanzenhygiene in der Landwirtschaft. Nachrichtenblatt f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst **11**, 1931, 41.

[3]) Prell, H., Die rechtliche Stellung der Pflanzenhygiene. Tharandter forstl. Jahrb. **84**, 1933, 718, 719.

[4]) Sorauer, P., Unsere Aufgabe. Intern. Phytopath. Dienst **1**, 1908, 7.

[5]) Sorauer, P., Über die Prädisposition der Pflanzen für parasitäre Krankheiten. Arb. Deutsche Landw. Ges. **82**, 1903, 194.

Entwicklung der Pflanze erforderlichen Bedingungen zu schaffen. In Anlehnung an die Humanmedizin sollen aber in diesem Abschnitt auch die dem Parasitenbefall vorbeugenden Entseuchungs- und Absperrmaßnahmen behandelt werden, obgleich sie teilweise wenigstens eine Vernichtung des Parasiten anstreben, was Hey[1]) neuerdings veranlaßt hat, sich gegen eine solche Ausweitung auszusprechen. Ich möchte aber doch an ihr festhalten, zumal sie mir um so verständlicher erscheint, als Hygiene und Prophylaxis als weitgehend sich deckende Begriffe erkannt worden sind und als auch Sorauer zum mindesten die Absperrmaßnahmen in die Hygiene mit eingeschlossen wissen wollte: „Die vorbeugende Methode wird sich nach zwei Richtungen hin ins Werk setzen lassen, indem man einerseits versucht, die Einwanderung eines Parasiten zu verhindern, andererseits den bedrohten Nährorganismus in derartige Verhältnisse zu bringen, daß er nach den im Vaterlande des Parasiten gemachten Erfahrungen eine größere Widerstandskraft der Ansiedlung desselben entgegensetzt“[2]).

A. Kulturmaßnahmen

Von Professor Dr. H. Braun, Bonn

a) Standortsberücksichtigung. 1. Berücksichtigung des Standortes als Ganzem. 2. Berücksichtigung einzelner Standortsfaktoren. α) Klima, β) Boden, γ) Örtliche Lage. — b) Standortsverbesserung. 1. Klimaverbesserung. 2. Bodenverbesserung. 3. Bodenbearbeitung. 4. Düngung. — c) Die Pflanze als unmittelbares Objekt hygienischer Maßnahmen. 1. Fruchtwechsel. 2. Sortenwahl. 3. Saatgutauslese. 4. Saatzeit. 5. Saattiefe. 6. Standweite.

Eine Darstellung der hygienischen Kulturmaßnahmen begegnet gewissen Schwierigkeiten. Morstatt[3]) weist bei Besprechung der Düngung als Maßnahme der Pflanzenhygiene darauf hin, daß hier schon eine Reihe wichtiger Erfahrungen gewonnen, daß aber diese Fragen noch wenig im besonderen Hinblick auf Krankheiten zusammenfassend bearbeitet seien. Das gilt ganz allgemein für die Pflanzenhygiene. Bislang sind nur wenige Versuche durchgeführt worden mit dem Ziel klar zu stellen, wie sich diese oder jene Maßnahme auf die Prädisposition der Pflanze auswirkt. Ich habe mich deshalb gezwungen gesehen, überwiegend indirekt vorzugehen, indem ich aus den beobachteten und erforschten Zusammenhängen von Ursache und Wirkung die entsprechenden Schlußfolgerungen für die Gestaltung der Hygiene abzuleiten suchte.

Das hat den weiteren großen Nachteil, daß das Auffinden der einschlägigen Arbeiten sehr erschwert, wenn nicht in vielen Fällen unmöglich gemacht wird. Einerseits werden Stichworte nur selten im Titel enthalten sein, andererseits ist es naturgemäß undurchführbar, die gesamte Literatur auf jede einzelne Krankheit hin durchzusehen und festzustellen, ob etwas über hygienische Maßnahmen gegen sie mitgeteilt worden ist. Ein derartiges Vorgehen ist aber nicht nur unmöglich, sondern auch überflüssig, da selbst wenn derartige Angaben sich finden, sie vielfach der notwendigen exaktexperimentellen Unterlagen entbehren. Gerade auf dem hier behandelten Gebiet gilt auch heute noch, worüber A. B. Frank schon 1880 in dem Vorwort zu seinem Handbuch „Die Krankheiten der Pflanzen“ klagt: „Die Wissenschaft wird hier besonders bedroht durch eine Flut kleinerer Spezialliteratur, die unter scheinbar wissenschaftlicher Flagge mit dreisten Prätensionen auftritt, ohne nur den Schatten eines

[1]) Hey, A., Gegenwartsprobleme der Pflanzenhygiene. Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **27**, 1947, 44—47.

[2]) Sorauer, P., Unsere Aufgabe. Intern. Phytopath. Dienst **1**, 1908, 7.

[3]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 146.

Beweises für ihre Behauptungen beizubringen, ja oft ohne nur eine Ahnung zu haben, wie man überhaupt einen solchen Beweis erbringt, weil dem Betreffenden die dazu erforderlichen Kenntnisse abgehen. Gegen diesen Unfug ist das einzig richtige Verhalten, alles Derartige mit Stillschweigen zu übergehen. Aber innerhalb der Wissenschaft gilt es, hauptsächlich die Grenzen zwischen sicher ermittelten Tatsachen und allem noch Zweifelhaften scharf zu bezeichnen und aus dem unmittelbar Beobachteten keine unberechtigten Schlüsse zu ziehen." Diesem letzteren Grundsatz wird jeder beipflichten können.

Dagegen braucht wohl nicht betont zu werden, daß die im nachfolgenden getroffene Literaturauswahl nicht etwa nur auf die Befolgung des weiteren Standpunkts von Frank zurückgeführt werden darf; vielmehr müssen dabei die geschilderten Schwierigkeiten berücksichtigt werden, die das Übersehen dieser oder jener wertvollen Arbeit unvermeidlich machen. Andererseits werden in manchen Fällen sogar Hinweise aus der Literatur herangezogen, die einer scharfen Kritik nicht unbedingt standhalten. Das erscheint gerechtfertigt, wenn dadurch wichtige Gesichtspunkte der Pflanzenhygiene aufgezeigt werden können, denen für die Zukunft Beachtung zu schenken ist. Derartige Hinweise mögen als Anregung für weitere wissenschaftliche Forschungsarbeit gewertet werden.

Der von mir notwendigerweise eingeschlagene Weg schließt schließlich noch eine weitere Schwierigkeit in sich. Weil ich häufig gezwungen gewesen bin, Versuche zur Darstellung der hygienischen Kulturmaßnahmen heranzuziehen, die zur Lösung einer anderen Aufgabe durchgeführt worden sind, werden sich unter Umständen Wiederholungen nicht vermeiden lassen, indem dieselbe Arbeit an verschiedenen Stellen dieses Handbuchs zur Besprechung gelangen wird. Greifen wir ein Beispiel heraus. Brandenburg[1]) hat nachgewiesen, daß die Herz- und Trockenfäule der Rüben auf Bormangel zurückzuführen ist. Dann werden diese Versuche zunächst unter der Pathographie bei Erörterung der durch Bormangel hervorgerufenen Krankheitssymptome besprochen, während sie unter der Pathogenie bei Behandlung des Bors als Krankheitsursache gebracht werden. In der Therapie und in der Hygiene wird die Nutzanwendung aus den beobachteten Zusammenhängen gezogen, was in diesem Fall um so eher angängig ist, als die Wirkung entsprechender Borgaben tatsächlich geprüft worden ist. In der Therapie wird auf die Heilwirkung des Bors hingewiesen, in der Hygiene seine Anwendung als Vorbeugungsmaßnahme empfohlen. Überschneidungen der angedeuteten Art werden sich namentlich für die Gebiete der Pathogenie einerseits, der Hygiene andererseits ergeben, da die Erkenntnis von Ursache und Wirkung die besten Anhaltspunkte für die Gestaltung der Hygiene geben wird.

Alle diese Schwierigkeiten zwingen dazu, bei dieser ersten Darstellung der Pflanzenhygiene weniger eine möglichst restlose Erfassung der einschlägigen Literatur anzustreben und sich in Einzelheiten zu verlieren als vielmehr die leitenden Grundgedanken an Hand der wichtigsten Forschungsergebnisse auf weitgehend gesicherter Grundlage herauszuschälen.

Kulturmaßnahmen der Pflanzenhygiene sind oft viel älter, als man im allgemeinen anzunehmen pflegt[2]). Sie sind auch viel verbreiteter, als es zunächst den Anschein haben mag. Denn Hiltner[3]) betont mit Recht, daß es sich bei fast jeder Arbeit des Landwirts oder Gärtners, wenn auch meist nur indirekt, um eine solche handelt, die mit im Interesse des Pflanzenschutzes im Sinne einer richtigen, den Pflanzenarten angepaßten Kultur ausgeführt wird. Daraus erhellt ohne weiteres, daß die der Hygiene dienenden Kulturmaßnahmen außerordentlich

[1]) Brandenburg, E., Die Herz- und Trockenfäule der Rüben als Bormangelerscheinung. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 499—517.

[2]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 131.

[3]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, III.

mannigfaltig sein müssen. Das findet auch seine Bestätigung in der Verwendung dieses Begriffes, wie wir ihm vereinzelt in der Literatur begegnen. Wenn er dort vielleicht auch nicht immer in voller Übereinstimmung mit der ihm hier gegebenen Bedeutung benutzt worden ist, so umschließt er doch im wesentlichen stets die hygienischen Kulturmaßnahmen.

So spricht v. Thümen[1]) bereits 1885 von Ackerhygiene, unter der er die Entfernung oder Unschädlichmachung aller jener Einflüsse versteht, welche einer Verbreitung schädlicher Insekten und Pilze Vorschub leisten. Der gleiche Ausdruck taucht neuerdings bei Stebutt[2]) auf. 1912 weist Hiltner[3]) darauf hin, daß sich auf dem Gebiet des gesamten Pflanzenschutzes immer mehr durch richtige Verbindung zweckentsprechender Bodenbearbeitung und Düngung sowie durch Berücksichtigung der bodenbakteriellen Verhältnisse das Bestreben geltend mache, ein neues besonders verheißungsvolles landwirtschaftliches Forschungsgebiet zu schaffen, das der Bodenhygiene. Dieser von Hiltner geprägte Ausdruck hat späterhin wiederholt Eingang in die Literatur gefunden. Arndt[4]) versteht darunter eine dauernde Gesunderhaltung der Äcker. In die gleiche Richtung weist es, wenn Löhnis[4]) den engen Zusammenhang zwischen Bodengare und Bodenhygiene betont. Und Krause[5]) führt die immer weiter um sich greifende Erkrankung unserer Böden und als Folge davon unserer Kulturpflanzen darauf zurück, daß man über der Düngung die Bodenhygiene vergessen habe. In all diesen Fällen kommt also in der Wortbildung zum Ausdruck, daß sich die hygienischen Maßnahmen in irgendeiner Weise am Boden als dem Träger der Pflanze auswirken. Ob freilich die Bezeichnung Bodenhygiene sehr glücklich gewählt ist, muß bezweifelt werden. Sie setzt die Zustimmung zur Auffassung des Bodens als eines Organismus voraus, wie sie z. B. von Schneider[6]) vertreten wird, der eindeutig ausspricht, daß es sich nicht nur bei den Pflanzen, sondern auch bei den Böden um Organismen handele! Moritz[7]) bestreitet allerdings, daß die Verwendung des Begriffs Bodenhygiene an diese Voraussetzung geknüpft sei. Er meint, es sei ohne weiteres angängig, von Bodenhygiene und Bodentherapie zu sprechen, wenn damit Maßnahmen der Bodenbeeinflussung zu Pflanzenschutzzwecken gemeint seien, verwahrt sich aber auf der anderen Seite ausdrücklich gegen eine Vergleichbarkeit des Bodens mit Organismen, wie sie z. B. Scheffer bei Aufstellung des Begriffes „Bodenphysiologie" offenbar vorgeschwebt habe. Diese Stellungnahme muß befremden. Es ist nicht einzusehen, warum in Begriffen wie „Bodenphysiologie", „Bodenkrankheiten", „Bodenpathologie"[8]) ein Vergleich des Bodens mit einem Organismus zum Ausdruck kommen soll, für die Begriffe „Bodenhygiene" und „Bodentherapie" diese Vorstellung aber nicht gegeben sein soll. Wo soll hier die Grenze gezogen werden? Wenn in der Human- und Veterinärmedizin vielfach der Begriff Hygiene in ähnlichen, die tatsächlichen Zusammenhänge falsch wiedergeben-

---

[1]) Thümen, F. v., Die Ursachen der stetig zunehmenden Parasitenschäden an unseren Kulturgewächsen. Fühlings landw. Ztg. **34**, 1885, 201.

[2]) Stebutt, A., Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde. Berlin 1930, S. 481.

[3]) Hiltner, L., Über den Einfluß der Ernährung und der Witterung auf das Auftreten pilzlicher und tierischer Schädlinge. Jahrbuch Deutsche Landw. Ges. **27**, 1912, 167.

[4]) Arndt, Bodenhygiene und Gründüngung. Zitiert nach Löhnis, F., Bodenbakterien und Bodenfruchtbarkeit. Berlin 1914, S. 55.

[5]) Krause, M., Steigerung der Ernteerträge durch verbesserte Bodenbearbeitung. Berlin 1928, IX.

[6]) Schneider, C., Das Wesen des Gartens. Deutsche Zukunft 21. 4. 1935, 15.

[7]) Moritz, O., Weitere Studien über die Ophiobolose des Weizens. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **20**, 1932, 45.

[8]) Pozdena, Bodenkrankheiten und ihre Heilung. Wiener landw. Ztg. **81**, 1931, 363—364.

den Wortverbindungen gebraucht wird, so gibt das in keiner Weise die Berechtigung, nach Übertragung dieses Begriffes in die Phytopathologie sich ähnlicher falscher Wortbildungen zu bedienen; vielmehr sollte man von Anfang an bemüht sein, es zu solchen Verwirrungen erst gar nicht kommen zu lassen. Sonst kann man sich nicht wundern, wenn die Vorstellung von dem Boden als Organismus derart auf die Spitze getrieben wird, wie E. Hiltner[1]) es getan hat, wenn er den Boden vergleichsweise als den Mageninhalt der in ihm wurzelnden Pflanzen bezeichnet und den Begriff der verdauenden Kraft des Bodens prägt. „Wird der Boden auf die Dauer der Jahre nicht verdauungskräftig erhalten, so kann er als Magen der Pflanze leiden und krank werden." Und dabei handelt es sich doch nicht um eine Erkrankung des Bodens, sondern um eine Erkrankung der auf ihm erwachsenen Pflanze. Dem Wesen der Hygiene wird deshalb Boshart[2]) zweifellos besser gerecht, wenn er Richtlinien für eine hygienische Ernährung der Gemüsepflanzen mit Rücksicht auf parasitäre Krankheiten geben will. Claus[3]) schließlich benennt die Hygiene nach der Pflanze, der sie gilt, und schildert beispielsweise die Maßnahmen der Rübenhygiene. Dengler[4]) fordert Bekämpfung der Massenerkrankungen unserer Waldbestände durch eine Art Waldhygiene, während v. Vietinghoff-Riesch[5]) dem rationalen Begriff des Forstschutzes den der Waldhygiene gegenüberstellt, der ein wesentlich weiterer, in die Zukunft gerichteter sei. In der Waldhygiene sei die Frage nach dem allgemeinen Gesundheitszustand, der Harmonie des Waldwesens von allererster Bedeutung. Nach Schwerdtfeger[6]) dagegen muß Forstschutz in erster Linie Waldhygiene sein, die demnach dem ersteren Begriff gegenüber enger begrenzt ist.

Die Mannigfaltigkeit der hygienischen Kulturmaßnahmen wird uns schließlich ohne weiteres klar, wenn wir bedenken, daß das Ziel der Pflanzenhygiene, die Gesunderhaltung der Pflanzen im weitesten Sinne, im großen und ganzen nur durch Schaffung günstigster Entwicklungsbedingungen zu erreichen ist. Hierzu bedarf es aber naturgemäß einer großen Reihe verschiedenartigster Maßnahmen. Die erste und wichtigste von diesen ist zweifellos die Wahl eines geeigneten Standortes. Denn es ist klar, daß nur auf einem solchen sich eine Pflanze gesund zu entwickeln vermag. Vielfach werden wir aber in der Auswahl des Standortes beschränkt und gezwungen sein, auch minder günstige Standorte zum Anbau heranzuziehen. Dann bleibt uns nichts anderes übrig als zu versuchen, diese ungünstigen Bedingungen durch entsprechende Maßnahmen zu verbessern. Besondere Beachtung verdient dabei die Gruppe der edaphischen Standortsfaktoren, d. h. aller derjenigen Faktoren, die sich auf den Boden beziehen. Ein ursprünglich günstiger Boden kann bekanntlich durch Witterungseinflüsse wie durch fortgesetzte Inanspruchnahme für die Pflanzenkultur nachteilige Veränderungen erleiden. Diesen müssen wir fortlaufend entgegenarbeiten, sei es durch entsprechende Bodenbearbeitung, sei es durch Zuführung von Nährstoffen. Aber nicht nur auf die Behandlung des Bodens haben wir unser Augenmerk zu richten. Vielmehr bietet uns auch die Pflanze selbst weitgehende Angriffspunkte für

[1]) Hiltner, E., Versuche über den Einfluß der Brache auf Boden und Pflanze. Arb. Deutsche Landw. Ges. Heft 364, 34, 1928.

[2]) Boshart, K., Richtige Ernährung und Düngung als Grundlage gesunden Pflanzenwachstums im Gemüsebau. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **7**, 1930, 264.

[3]) Claus, E., Zur Rübenpflege. Superphosphat **6**, 1930, 95.

[4]) Dengler, A., Waldbau auf ökologischer Grundlage. Berlin 1930, S. 265.

[5]) Vietinghoff-Riesch, A. v., Vogelschutz und Waldhygiene. Tharandter Forstl. Jahrbuch **83**, 1932, 354.

[6]) Schwerdtfeger, F., Die Waldkrankheiten. Berlin 1944, S. 355.

hygienische Maßnahmen. Den verschiedenartigen Ansprüchen der einzelnen Pflanzenarten an den Standort können wir bis zu einem gewissen Grade gerecht werden und den nachteiligen Einflüssen der letzteren auf den Standort begegnen durch Wahl einer geeigneten Fruchtfolge, die vor allem auch unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung einseitiger Vermehrung mancher auf bestimmte Kulturen angewiesener Parasiten Beachtung verdient. Durch Saat- und Pflanzgutauslese, durch Wahl der Saat- und Pflanzzeit, -dichte und -tiefe sowie der Schnittzeit, durch Beseitigung von Unkräutern und Ernterückständen sowie in besonderen Fällen durch Pflege der Einzelpflanze können wir in vielseitigster Weise zur Gesunderhaltung der Pflanzen beitragen. Und schließlich steht uns als letzte und wirksamste Maßnahme der Pflanzenhygiene der Anbau krankheitsresistenter Sorten zur Verfügung.

Jede einzelne dieser Maßnahmen kann nun, zumal sie meist mehrere Einzelarbeiten umfaßt, wieder auf die verschiedenste, durch die jeweiligen Bedingungen bestimmte Weise zur Durchführung gelangen. So kommt die außerordentlich große Mannigfaltigkeit der Hilfsmittel zustande, die wir im Dienst der Pflanzenhygiene anzuwenden vermögen.

Dabei haben diese hygienischen Maßnahmen den therapeutischen gegenüber noch einen großen, nicht zu unterschätzenden Vorteil. Da sie letzten Endes in der Mehrzahl der Fälle darauf hinauslaufen, der Pflanze nach jeder Richtung hin die günstigsten Entwicklungsbedingungen zu verschaffen, ist ihre Durchführung für jede erfolgreiche Pflanzenkultur meist ohnehin unerläßlich, unbeschadet der besonderen Bestrebungen der Pflanzenhygiene. Die Wege, die vom rationellen Pflanzenbau und von der rationellen Pflanzenhygiene einzuschlagen sind, sind also weitgehend die gleichen. Maßnahmen der letzteren erfordern demnach, im Gegensatz zu solchen der Therapie, meist keine besonderen Aufwendungen und vermögen darüber hinaus vielfach letztere entbehrlich zu machen und die durch sie bedingten Kosten zu ersparen. Wir können also durch eine rationelle Pflanzenhygiene die Produktion heben und verbilligen, ihre Gleichmäßigkeit erhöhen und dadurch das Risiko verringern. Deshalb ist eine genaue Kenntnis der pflanzenhygienischen Kulturmaßnahmen, soweit ihre Wirkung durch experimentelle Forschung ausreichend sichergestellt ist, und ihre weitestgehende Anwendung im praktischen Betriebe von größtem Wert.

a) Standortsberücksichtigung

1. Berücksichtigung des Standortes als Ganzem

Unter Standort versteht die moderne Pflanzengeographie[1]) die Summe der klimatischen, edaphischen und biotischen Faktoren in ihren Beziehungen zur einzelnen Pflanze oder zu ganzen Beständen. Standort darf also nicht einseitig edaphisch aufgefaßt werden. Die pflanzengeographische Forschung lehrt weiter, daß sich an den meisten Standorten nur solche Pflanzen im Kampf ums Dasein behaupten können, die sich in einem den äußeren Bedingungen entsprechenden

[1]) Diels, L., in Schneiders Handwörterbuch der Botanik. 2. Aufl. Leipzig 1917, S. 673.

Gleichgewicht ihrer Funktionen, dem ökologischen Optimum, befinden[1]). Dabei bezeichnet Schimper als ökologisches Optimum die Gesamtheit nicht der absoluten Optima, welche der höchsten Intensität, sondern der harmonischen Optima, welche der günstigsten Intensität sämtlicher Funktionen entsprechen. Daraus geht ohne weiteres hervor, daß unsere Kulturpflanzen günstigste Entwicklungsbedingungen nur dann finden, wenn ihr Standort ihrem ökologischen Optimum entspricht. Nun wissen wir zwar, daß sich die Pflanzen veränderten Standortsbedingungen bis zu einem gewissen Grade anzupassen vermögen, so daß sie auch dann noch, zumindest bei Ausschaltung des freien Konkurrenzkampfes, ihr Dasein zu fristen vermögen. Andererseits sind dieser ökologischen Anpassung[2]) aber doch ganz bestimmte spezifische Grenzen gezogen. Und wenn wir mit Klebahn[3]) als Krankheit jede Abweichung vom normalen Verlauf der Lebensvorgänge bezeichnen, die in dem Sinne stattfindet, daß das Leben des Organismus oder seiner Teile dadurch bedroht wird, so wird ohne weiteres klar, daß jeglicher Anbau einer Kulturpflanze außerhalb des ökologischen Optimums mit Gefahren verbunden ist, die um so größer werden, je weiter wir uns von dem ökologischen Optimum entfernen.

Auf die Wichtigkeit dieser pflanzengeographischen Gesichtspunkte für den landwirtschaftlichen Pflanzenbau hat namentlich Werneck-Willingrain[4]) hingewiesen. Hier tritt freilich die Art, welche in der allgemeinen Pflanzengeographie die unterste Einheit bildet, hinter der Rasse oder Sorte zurück. Aber die Gesetzmäßigkeiten, denen beide Formenkreise unterliegen, sind die gleichen. Genau wie die Art bei dem Versuch des Vordringens über die natürlichen Grenzen ihres Verbreitungsgebietes hinaus unüberwindlichen, durch die Gesamtheit der Umweltfaktoren gezogenen Schranken begegnet und mit der Annäherung an diese „untere Daseinsschwelle" aus Ursachen, welche oft nicht klar erkennbar sind, kränkelt oder doch stark krankheitsanfällig wird, genau ebenso ergeht es der Sorte, wenn sie unter ihr nicht zusagende Umweltsbedingungen gerät. „Sie hat zunächst mit physiologischen Hemmungen zu kämpfen, welche sie aus einem normalen Gesundheitszustande, dem Gleichgewicht mit den Umweltkräften, herausreißen, sie wird weniger widerstandsfähig gegen Krankheiten und unterliegt schließlich den zu einem allgemeinen Daseinsminimum zusammenwirkenden Umweltkräften." Hierin sieht Werneck-Willingrain zum wesentlichen Teil die Erklärung des in der Landwirtschaft mit dem Ausdruck „Abbau" bezeichneten Vorgangs. Er macht den ausgedehnten Saatgutverkehr von Mitteleuropa in alle möglichen Vegetationsregionen, der zum Anbau vegetationsfremder Sorten führt, dafür verantwortlich, daß weite Gebiete von den verschiedensten Krankheiten heimgesucht werden.

Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, daß die erste Forderung der Pflanzenhygiene sein muß, der Pflanze einen ihrem ökologischen Optimum

---

[1]) Schimper, A. F. W., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898, S. 50.

[2]) Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. 5. Aufl. Leipzig 1917, 6.

[3]) Klebahn, H., Grundzüge der allgemeinen Phytopathologie. Berlin 1912, 1.

[4]) Werneck-Willingrain, H. L., Der Getreidebau auf pflanzengeographischer Grundlage. Pflanzenbau **1**, 1925/6, 394ff.

möglichst genau entsprechenden Standort zu bieten. Wir werden dadurch von vornherein der Gefahr entgegenarbeiten, daß die Pflanze in den Zustand der abnormen Prädisposition gerät. Für die Verhinderung des Auftretens parasitärer Pflanzenkrankheiten ist aber hinsichtlich des Standortes noch ein weiterer Gesichtspunkt zu beachten.

Zunächst einmal ist die abnorme Prädisposition der Pflanze keineswegs in allen Fällen unerläßliche Voraussetzung für den Befall durch Parasiten. Infolgedessen kann auch ihre Ausschaltung durch Anbau an einem lediglich unter Berücksichtigung des ökologischen Optimums der Pflanze geeigneten Standort nicht genügen, um dem Befall vorzubeugen. Dazu kommt, daß der Standort auf die normale Prädisposition der Pflanze nur einen beschränkten Einfluß ausübt. Es ist deshalb unerläßlich, den Standort auch auf die Entwicklungsbedingungen zu prüfen, die er den Parasiten unserer Kulturpflanzen gewährt.

Das Prinzip des ökologischen Optimums gilt naturgemäß nicht nur für die höheren Pflanzen, sondern in gleicher Weise für alle Organismen, also auch für die tierischen und pflanzlichen Parasiten. Auch sie haben, pflanzengeographisch betrachtet, ihr ökologisches Optimum. Aber die Dinge liegen hier insofern wesentlich verwickelter, als das ökologische Optimum der Parasiten über diejenigen Faktoren hinaus, die für das Optimum der Kulturpflanzen maßgebend sind, noch durch das Vorhandensein und die Beschaffenheit der letzteren entscheidend beeinflußt wird.

Dieses außerordentlich komplizierte Zusammenspiel der verschiedensten Komponenten kommt z. B. in der Vermutung Sachtlebens[1]) sehr deutlich zum Ausdruck, daß die Witterungsverhältnisse nur dann eine Massenvermehrung der Forleule hervorrufen, wenn auch die Bodenbeschaffenheit (Bodendecke und Bodenflora) und die Bestandsverhältnisse (Alter und Zusammensetzung der Bestände, Bestandbonität) dem Entstehen einer Forleulenkalamität günstig sind.

In der Schwierigkeit, diese vielfachen und verwickelten Wechselbeziehungen aufzudecken, ist der Grund für unsere noch sehr unzureichenden Kenntnisse zu suchen, ob und warum eine Art in einer bestimmten Gegend als Schädling auftritt oder nicht, und welches die Bedingungen für eine allgemeine Tendenz zu Übervermehrungen sind. Wilke[2]) weist mit Recht darauf hin, daß nicht aus dem Forschen nach Einzelheiten, sondern aus der Ganzheitsforschung das Verständnis für diese Zusammenhänge erwächst. Deshalb ist es noch ein weiter Weg bis zu dem Ziel, „that in the future parasites may be regarded, not as pasts to be destroyed, but as a very valuable indicator provided by nature for checking the Proceedings of the agriculturist"[3]).

Für die Berücksichtigung des Standortes ist nun von entscheidender Bedeutung, daß er im wesentlichen als eine feste Größe anzusehen ist.

„Immer noch gibt die Endsumme sämtlicher Umweltfaktoren, wie sie von der Natur geboten werden, den Ausschlag, während jene Faktoren, welche der Mensch ganz oder teilweise zu beherrschen glaubt, das gesamte Bild der Verteilung der Kultur-

---

[1]) Sachtleben, H., Die Forleule. Berlin 1929, S. 98.

[2]) Wilke, S., Über die Bedeutung tier- und pflanzengeographischer Betrachtungsweise für den Forstschutz. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **18**, 1931, 584.

[3]) Zitiert nach Mumford, E. P., Cotton Stainers and certain other sapfeeding insect pests of the cotton plant. London 1926, S. 25.

pflanzen verhältnismäßig wenig beeinflussen, dagegen nur im gegebenen Rahmen abzustufen vermögen[1])."

Das hat zur Folge, daß das ökologische Optimum weniger durch Wahl eines entsprechenden Standortes als vielmehr durch Auswahl von dem Standort angepaßten Kulturpflanzen zu erreichen sein wird. Hinsichtlich des ersteren wird uns in der Hauptsache nur eine negative Auslese übrigbleiben, eine Ausschaltung ungeeigneter Standorte, falls nicht eine Behebung der diesen anhaftenden Mängel durch die später zu besprechenden Maßnahmen möglich ist. Sehr deutlich kommt das in der Feststellung Hilkenbäumers[2]) zum Ausdruck, schon bei oberflächlicher Betrachtung der Anbauverhältnisse käme man häufig zu der Erkenntnis, daß man besser auf die Errichtung von bestimmten Obstanlagen verzichtet hätte, weil die einfachsten natürlichen Voraussetzungen für einen Erfolg nicht gegeben seien. Im Einklang damit steht die Anschauung v. Rümkers[3]), man müsse im allgemeinen daran festhalten, in größerem Umfang möglichst nur das zu bauen, dessen Gedeihen von der Natur der Örtlichkeit gesichert oder begünstigt wird, da bei Überschreiten der durch Boden und Klima sowie durch den Intensitätsgrad der ganzen Wirtschaft meist ziemlich scharf vorgezeichneten Grenzen nicht nur die Produktionsunkosten, sondern auch das Risiko gesteigert würden, und zwar in desto höherem Maße, je erzwungener der Anbau der betreffenden Pflanzenformen an einem Orte sei. Risiko heißt in diesem Fall nichts anderes als Erhöhung der Krankheitsanfälligkeit. Nichts anderes besagt auch die Feststellung Aereboe's[4]): „Nur in der möglichsten Anlehnung der Erzeugung an die Natur liegt der Erfolg des einzelnen landwirtschaftlichen Betriebes sowohl wie der gesamten landwirtschaftlichen Erzeugung eines Landes."

Suchen wir nach Richtlinien für eine den Grundsätzen der Hygiene entsprechende Beschaffenheit des Standortes im Sinne der eingangs gegebenen Definition, so müssen wir feststellen, daß uns bislang nur wenige exakte Unterlagen zur Verfügung stehen. Das hat seinen sehr naheliegenden Grund darin, daß man bisher überwiegend die Abhängigkeit der Entwicklung der Pflanzen und ihrer Parasiten von einzelnen Faktoren, nicht von dem Standort als Ganzem, untersucht hat, obwohl erstere doch in engster, schwer trennbarer Wechselwirkung miteinander stehen. Ja, man ist sich über die umfassende Bedeutung des Standortbegriffes vielfach gar nicht einmal recht klar geworden, wie z. B. eine Äußerung Piepers[5]) zeigt, der die Gunst der klimatischen Lage als Standort bezeichnet, während häufiger noch nur der Boden unter Standort verstanden wird. Vor allem aber scheint man, wie Wilke[6]) betont, bei den parasitären Erkrankungen häufig vergessen zu haben, daß für den Parasiten auch die Pflanze selbst zu den Standortsfaktoren gehört. Die einzige Methode, die den Standort zunächst als

---

[1]) Werneck-Willingrain, H. L., Der Pflanzenbau in Niederösterreich auf naturgesetzlicher Grundlage. Leipzig 1924, S. 4.

[2]) Hilkenbäumer, F., Obstbau. Berlin 1944, S. 56.

[3]) Rümker, K. v., Über Fruchtfolge. 5. Aufl. Berlin 1920, S. 36.

[4]) Aereboe, F., Allgemeine landwirtschaftliche Betriebslehre. 5. Aufl. Berlin 1920, S. 428.

[5]) Pieper, Standortbewertung bei Kartoffeln. Deutsche landw. Presse **54**, 1927, 272.

[6]) Wilke, S., Über die Bedeutung tier- und pflanzengeographischer Betrachtungsweise für den Forstschutz. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **18**, 1931, 584.

Ganzes betrachtet und erst in der Folge die einzelnen Faktoren in ihrer Wirkung zu isolieren sucht, die tier- und pflanzengeographische Betrachtungsweise, ist erst neuerdings der Erforschung des günstigsten Standortes unserer Kulturpflanzen nutzbar gemacht worden. Diese Methode muß naturgemäß besonders großen Wert haben, ja, letzten Endes allein zum Ziel führen können, sobald es sich um parasitäre Erkrankungen handelt, da hier das Zusammenspiel der verschiedensten Faktoren noch weit verwickelter ist als bei den nicht parasitären. Aber auch für die Verhütung der letzteren sowie der abnormen Prädisposition bietet uns dies Verfahren wertvollste Anhaltspunkte. Nachdem uns die Pflanzengeographie zunächst floristisch die Gesamtverbreitung der einzelnen Arten aufgezeigt und späterhin durch die ökologische Forschungsrichtung klargelegt hat, welche jetzt herrschenden äußeren Einflüsse es einer Pflanzensippe ermöglichen, in ihrem heutigen Siedlungsgebiet zu bestehen, können wir unschwer in großen Zügen feststellen, ob eine Pflanzenart in einer bestimmten Gegend ihr ökologisches Optimum findet oder wie weit sie sich dort von diesem entfernt und ihrer unteren Daseinsschwelle nähert[1]). Ist letzteres der Fall, so werden wir von dem Anbau absehen, um die Gefahr zunehmender Krankheitsanfälligkeit zu vermeiden. Sind nun außerdem auch für die Parasiten die entsprechenden Beobachtungen gesammelt, so gewinnen wir unter Umständen die weitere Möglichkeit, in Gebieten des ökologischen Optimums der letzteren den Anbau der durch sie gefährdeten Kulturpflanzenarten zu vermeiden. Das hat freilich wahrscheinlich nur Gültigkeit, soweit es sich nicht um echte Seuchen handelt. Denn „eine echte Seuche wirkt um so vehementer, je mehr der Lebensraum des Erregers mit dem des Wirtes zusammenfällt"[2]). Als Beispiel nennt Merkenschlager *Phytophthora infestans*, über deren Verbreitung in Rußland im Zusammenhang mit dem Umfang des Kartoffelabbaus wir Roschdestwensky[3]) wertvolle kartographische Aufzeichnungen verdanken, die das Gesagte zu bestätigen scheinen.

Für den Waldbau bedeutet die Schaffung derartiger Unterlagen bereits einen großen Gewinn, da für ihn die Frage nach der Anbaueignung von Pflanzenarten als niedrigster Formeneinheit zunächst im Vordergrund steht. Klar herausgearbeitet und zur praktischen Nutzanwendung in der gekennzeichneten Richtung empfohlen sind sie für deutsche Verhältnisse vor allem von Rubner[4]) und von Dengler[5]), nachdem Mayr[6]) die Bedeutung der pflanzengeographischen Forschung für die Weiterentwicklung des Waldbaus erkannt und betont hatte. Rubner[7]) kommt zu dem Schluß, daß alle Holzarten auch heute noch

---

[1]) Z. B. Engelbrecht, Th., Die Landbauzonen der außertropischen Länder. Berlin 1899.

[2]) Merkenschlager, F., Die Wasserbilanzkrisen der Kulturpflanzen und ihre phytopathologische Bedeutung. Angew. Botanik **12**, 1930, 446.

[3]) Klemm, Kartoffelkrankheiten und Ernten in Rußland. Kartoffel **11**, 1931, 215—127.

[4]) Rubner, K., Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus. 3. Aufl. Neudamm 1934.

[5]) Dengler, A., Waldbau auf ökologischer Grundlage. Berlin 1930.

[6]) Mayr, H., Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. Berlin 1930.

[7]) Rubner, K., Die Bedeutung der forstlichen Pflanzengeographie für den praktischen Waldbau. Allg. Forst- und Jagdztg. **100**, 1924, 142.

dort reine Bestände bilden können, wo optimale Bedingungen für sie herrschen. Umgekehrt „muß die Einbringung einer Holzart außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes sich früher oder später immer rächen. Sie führt nicht allein zu immer wiederkehrenden Massenvermehrungen eines oder des anderen Hauptschädlings dieser Holzart, sondern zu gehäuften und immer wieder auftretenden Massenvermehrungen aller jener Hauptschädlinge, für die in dem betreffenden Gebiete die klimatischen Bedingungen zur Massenvermehrung gegeben sind" (Schimitschek[1]). Optimale Bedingungen sind deshalb auch der sicherste Schutz gegen parasitäre Erkrankungen. Ihre Untersuchung auf pflanzen- und tiergeographischer Grundlage ist durch Wilke[2]) in Angriff genommen worden.

Er hat die Fichte in ihrem Verhalten gegenüber drei verschiedenen Insekten beobachtet, von denen zwei *Lymantria monacha L.* und *Ips typographus L.* außerhalb, eines, *Hylurgops glabratus Zett.*, innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Fichte ihr Optimum finden. Schädlich werden nur die beiden ersten. Ihre Schädigungen für die mitteleuropäischen Fichtenwaldungen sind aber lediglich die Folge übermäßigen reinen Fichtenbaues außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Fichte. Erst dadurch werden die Häufigkeit und der katastrophale Umfang von Primärschädigungen durch atmosphärische Einwirkungen, durch die Nonne u. a. ermöglicht, die zu entsprechend großen Sekundärschäden durch Borkenkäfer führen.

Dementsprechend ist die sicherste Schutzmaßnahme die Beschränkung des Fichtenanbaus auf die eigentliche Nadelwaldzone, die frei von Nonnenschäden ist. Rubner[3]) weist, ohne freilich sich auf so sichere Unterlagen wie die von Wilke geschaffenen stützen zu können, auf eine Reihe weiterer Beispiele parasitärer Erkrankungen hin, denen man durch Beschränkung des Anbaus der einzelnen Holzarten auf ihr natürliches Verbreitungsgebiet begegnen kann. Daß ein solches Vorgehen aber nicht in jedem Falle zum Erfolge führt, hat Schwerdtfeger[4]) gezeigt, nach dessen Untersuchungen die geographischen Grenzen des Vorkommens von Schadgebieten von *Bupalus piniarius L.*, *Panolis flammea Schiff.* und *Dendrolinnis pini L.* fast genau mit der Begrenzung des natürlichen Kieferngebiets zusammenfallen. Darüber hinaus zeigen die neueren Erkenntnisse in der Forstwissenschaft mit wachsender Deutlichkeit, daß die ökologische Pflanzengeographie es nicht bei den Pflanzenarten bewenden lassen darf, wenn sie weiterhin brauchbare Unterlagen für die Hygiene des Waldbaus schaffen will, daß sie vielmehr ihre Beobachtungen auf das Verbreitungsgebiet von Varietäten und Rassen ausdehnen muß. Turesson[5]) hat an Hand von zahlreichen

---

[1]) Schimitscheck, E., Zusammenhänge zwischen Kulturmaßnahmen und Schädlingsauftreten. Mitt. d. Herm.-Göring-Akademie d. Deutschen Forstwissenschaft **2**, 1942, 77—114.

[2]) Wilke, S., Über die Bedeutung tier- und pflanzengeographischer Betrachtungsweise für den Forstschutz, Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **18**, 1931, 583—675.

[3]) Rubner, K., Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. 3. Aufl. Neudamm 1934, S. 328ff.

[4]) Schwerdtfeger, F., Studien über den Massenwechsel einiger Forstschädlinge. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen **67**, 1935, 15—38, 85—104, 449—482, 513—540.

[5]) Turesson, G., Die Bedeutung der Rassenökologie für die Systematik und Geographie der Pflanzen. Fedde's Repertorium specierum novarum regni vegetabilis Beihefte **41**, 1926, 15—37.

Beispielen nachgewiesen, daß das Verständnis von Ökologie und geographischer Verbreitung einer Art vor allem ein Studium der verschiedenen Ökotypen der Art voraussetzt. Unter Ökotypen werden dabei diejenigen Biotypengruppen verstanden, die sich infolge der von den Standortsfaktoren ausgeübten Selektionswirkung aus der heterogenen Artpopulation herausdifferenziert haben. Daß solche Ökotypen auch innerhalb der Arten unserer Waldbäume eine ausschlaggebende Rolle spielen, kann heute keinem Zweifel mehr unterliegen. Zusammenfassend hat erstmalig Cieslar[1]) auf die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau hingewiesen. In neuerer Zeit ist der Begriff der physiologischen Varietät durch den der Standortsrasse ersetzt worden, wie Münch[2]) ihn umschreibt. Er versteht darunter die Zusammenfassung der physiologischen Einheiten innerhalb der Art. Wenn Dengler[3]) festgestellt hat, daß vielfach genau mit der ursprünglichen Verbreitungsgrenze das gute Gedeihen der Kiefer scharf abschneidet, so darf das nach Münch[4]) nicht damit erklärt werden, „daß außerhalb dieses Gebietes das Klima für ‚die' Kiefer nicht geeignet sei. Es sei nur für gewisse Rassen nicht geeignet." Und wenn Rubner[5]) dem künstlichen Lärchenanbau nur dann einen Erfolg verspricht, wenn man den Ansprüchen Rechnung trägt, wie sie aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet bekannt sind, so betont Münch[6]), daß auch das „Lärchenrätsel" nur als Rassenfrage zu lösen ist. Für den Waldbau sind aus diesen Erkenntnissen wichtige Schlußfolgerungen abgeleitet worden, die ihren Ausdruck in der Forderung nach sorgfältigster Berücksichtigung der Provenienz des Saatgutes gefunden haben und auf die noch an anderer Stelle kurz einzugehen sein wird.

Für den landwirtschaftlichen Pflanzenbau reichen tier- bzw. pflanzengeographische Untersuchungen, die sich nur auf die Arten erstrecken, noch weniger als für den Waldbau aus, weil hier die Frage, welche Art wir anbauen sollen, meist vollkommen zurücktritt hinter der Frage, welche Rasse oder Sorte wir wählen. In den Grenzgebieten oder bei dem Versuch der Einführung einer Art in ein Gebiet, in dem sie bisher noch nicht gebaut wird, ist freilich auch erstere Frage von Wichtigkeit. Es braucht nur an die Begrenzung des Anbaus unserer Getreidearten nach Norden und Osten durch die Winterkälte und an die Bemühungen um den Anbau der Sojabohne in Deutschland erinnert zu werden.

Es ist das Verdienst Werneck-Willingrains[7]), nachdrücklichst für die Übertragung der pflanzengeographischen Forschungsmethode auf den landwirt-

---

[1]) Cieslar, A., Die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen **33**, 1907, 1ff.

[2]) Münch, E., Über Standortsrassen der Waldbäume. Beih. Bot. Zentralbl. **49**, 1932, 292—308.

[3]) Dengler, A., Die Horizontalverbreitung der Kiefer *(Pinus silvestris L.)*. Neudamm 1904.

[4]) Münch, E., Beiträge zur Kenntnis der Kiefernrassen Deutschlands. Allg. Forst- u. Jagdztg. **100**, 1924, 540ff.

[5]) Rubner, K., Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. 2. Aufl. Neudamm 1925, S. 230.

[6]) Münch, E., Das Lärchenrätsel als Rassenfrage. Tharandter Forstl. Jahrb. **84**, 1933, 438—531.

[7]) Werneck-Willingrain, H.L., Der Pflanzenbau in Niederösterreich auf naturgesetzlicher Grundlage. Leipzig 1924.

schaftlichen Pflanzenbau eingetreten zu sein und die Grundlagen einer landwirtschaftlichen Pflanzengeographie umrissen zu haben.

Er geht davon aus, daß die Vegetationsregionen der wilden Pflanzen durch die Verbreitung bestimmter Arten gleichzeitig auch gleich gestimmte Daseinsbedingungen für die entsprechenden Sorten der Kulturpflanzen aufdecken. Die Vertreter der wilden Pflanzen in einer bestimmten Gegend spielen somit für die landwirtschaftliche Pflanzengeographie die Rolle von Leitpflanzen. Ihr Vorkommen läßt auf eine Reihe von Eigenschaften und Merkmalen schließen, welche unbedingt auch bei den Kulturpflanzen vorhanden sein müssen, wenn sie die Forderung nach höchster Leistung wirklich und auf die Dauer erfüllen sollen. Durch entsprechenden Vergleich lassen sich aus der gleichartigen Besiedlungskraft der wilden und der kultivierten Pflanzen natürliche Siedlungsgebiete, Pflanzenbaugebiete, abgrenzen. Werneck hat solche zunächst für den Getreidebau Nieder-Österreichs aufgestellt[1]) und die für die einzelnen Gebiete erforderlichen Sortentypen charakterisiert. Die Abgrenzung derartiger Gebiete ist einerseits auf andere Länder, andererseits auf andere Kulturpflanzen auszudehnen.

Die pflanzengeographische Kennzeichnung der einzelnen Sorten gibt dann die Gebiete an, die ihrem ökologischen Optimum mehr oder weniger entsprechen, und durch den Anbau dort ist die beste Gewähr für die Vermeidung ihrer abnormen Prädisposition gegeben. Ein lehrreiches Beispiel für die Richtigkeit dieser Gedankengänge scheint das Auftreten der Abbauerscheinungen der Kartoffel in Rußland zu bieten. Roschdestwensky[2]) hat an Hand aufschlußreichen Kartenmaterials gezeigt, daß mit zunehmender Entfernung von den günstigsten Kartoffelgebieten die Abbaukrankheiten zunehmen, so daß wir also durch Beschränkung des Anbaus auf optimale Lagen ihnen am besten entgegenarbeiten können. Nachdem freilich die Virosen als entscheidende Komponente beim Kartoffelabbau erkannt worden sind, decken sich „Gesundlagen" zweifellos weitgehend mit Lagen, in denen die Überträgerin der Virusarten, die Pfirsichblattlaus, schlechte Existenzbedingungen hat, während „Abbaulagen" ein ausgesprochenes Blattlausklima besitzen[3]). Das stimmt aber wiederum im wesentlichen mit den Standortsansprüchen der Kartoffel einerseits, des Pfirsichs andererseits überein, deren ökologische Optima sich ausschließen.

Die Auffassung Wernecks vermittelt uns weiter das Verständnis für den namentlich in der Forstwissenschaft schon lange erörterten Begriff des Herkunftwertes. Sorten, die aus ihrem bisherigen ökologischen Optimum in eine neue pflanzengeographische Umwelt versetzt werden, müssen dort naturgemäß ganz verschieden reagieren, je nachdem ob die neuen Umweltbedingungen mit den alten übereinstimmen oder wesentlich von ihnen abweichen und sich mehr oder weniger von dem ökologischen Optimum entfernen. Die Klarlegung dieser wechselseitigen Beziehungen begegnet im einzelnen großen Schwierigkeiten. Ihre überragende Wichtigkeit für die Erzielung gesunder und leistungsfähiger Pflanzenbestände findet aber in steigendem Maße Anerkennung.

---

[1]) Werneck-Willingrain, H. L., Der Getreidebau auf pflanzengeographischer Grundlage. Pflanzenbau **1**, 1925/6, 394ff.

[2]) Klemm, Kartoffelkrankheiten und Ernten in Rußland. Kartoffel **11**, 1931, 215—217.

[3]) Schuster, O., Der Pflanzkartoffelbau. Hannover 1946. S. 11.

Namentlich für den Kartoffelbau wird der Herkunft eine ausschlaggebende Bedeutung beigemessen. Hier ist die pflanzengeographische Betrachtung erstmalig von Merkenschlager[1]) angewandt worden, nachdem Ziegler[2]) in seiner Theorie von der „Korrespondenz der Lagen" die Zusammenhänge zwischen Ausgangs- und Nachbauort dargelegt hatte. Für den Getreidebau sind entsprechende Beziehungen durch die umfangreichen Untersuchungen von Scheibe[3]) am Hafer aufgedeckt worden. Diese geben ein klares Bild von den „biologischen Folgen, die sich aus der Verwendung einer bestimmten Saatgutkonstitution bei einem Hafergenotypus für einen bestimmten Anbau- bzw. Nachbauort ergeben". Seit langem bekannt ist die Bedeutung der Herkunft bei Klee- und Luzernesaatgut, deren Berücksichtigung in der landwirtschaftlichen Praxis eine Selbstverständlichkeit sein sollte[4]). Am frühesten aber dürfte die Bedeutung des Herkunftwertes im Waldbau erkannt sein. Schon 1890 hat Cieslar[5]) gefordert, „die Zuchtwahl sollte in erster Linie dahin wirken, daß für jede Holzart und für jedes Wuchsgebiet ein im richtigen Standort geerntetes Saatgut verwendet werde, um Bäume zu ziehen, welche durch Vererbung seit vielen Generationen für die konkreten Standorte in jeder Hinsicht wirtschaftlich die geeignetsten sind." Seitdem ist in der forstwirtschaftlichen Literatur immer wieder auf die Verwendung von Samen geeigneter Provenienz hingewiesen worden. Engler[6]) meint 1913: „Wenn wir, soweit möglich, unsere Wälder natürlich verjüngen und unablässig eine intensive Bestandspflege üben, und wenn wir, wo die Bestandesgründung künstlich erfolgen muß, Samen von geeigneter Provenienz verwenden, so haben wir in bezug auf die forstliche Zuchtwahl alles getan, was in unserer Macht steht." Und Rubner[7]) legt auch deshalb auf die geographische Behandlung des Waldbaus größten Wert, weil die Provenienz des Samens in der Forstwirtschaft von grundlegender Bedeutung ist. Diese Erkenntnisse haben ihren Niederschlag in dem forstlichen Artgesetz vom 13. 12. 1934[8]) und seinen Durchführungsverordnungen gefunden, die die Ausmerzung aller rassisch minderwertigen Stämme und Bestände verlangen und zur Nachzucht bestimmter Holzarten die ausschließliche Verwendung von anerkanntem Saatgut in den entsprechenden Gebieten und Höhenlagen fordern.

Ist also die pflanzengeographische Betrachtungsweise bei entsprechender Verfeinerung in hervorragendem Maße geeignet, wertvolle Gesichtspunkte für die Verhütung von nichtparasitären Erkrankungen und abnormer Prädisposition unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zu bieten, so gilt das in gleicher Weise für die parasitären Erkrankungen. Auch hier stecken wir freilich noch in den ersten Anfängen.

Werneck-Willingrain[9]) hat die tatsächliche Verbreitung und die Verbreitungsmöglichkeit von *Cuscuta racemosa var. suaveolens* pflanzengeographisch untersucht.

---

[1]) Merkenschlager, F., Zur Biologie der Kartoffel. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **17**, 1929, 224ff.

[2]) Ziegler, O., Beiträge zum Abbauproblem der Kartoffel. München 1927.

[3]) Scheibe, A., Die Schoß- und Reifeperiode des Hafers in ihrer Abhängigkeit von der physiologischen Konstitution des Saatgutes. Angew. Botanik **16**, 1934, 118. (Literatur!)

[4]) Wittmack, L., Landwirtschaftliche Samenkunde. Berlin 1922.

[5]) Cieslar, A., Die Zuchtwahl in der Forstwirtschaft. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen **16**, 1890, 451.

[6]) Engler, A., Der heutige Stand der forstlichen Samenprovenienzfrage. Naturw. Ztschr. f. Forst- und Landwirtschaft **11**, 1913, 441ff.

[7]) Rubner, K., Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. 3. Aufl. Neudamm 1934, S. 288.

[8]) Reichsgesetzblatt I 1934, S. 1236.

[9]) Werneck-Willingrain, H. L., Die Grobseide und ihr natürliches Verbreitungsgebiet in Europa. Wiener landw. Ztg. **73**, 1923, 93—94.

Es ist ihm gelungen, Gegenden mit optimalen Entwicklungsbedingungen für diesen Schädling ausfindig zu machen, in denen der Anbau von Luzerne und Klee namentlich zur Saatguterzeugung am besten zu unterlassen ist. Bei den Untersuchungen von Schnauer[1]) ist eine spezialisierte Form der tiergeographischen Forschungsmethode zur Anwendung gelangt, die Wilke[2]) mit Escherich als historisch-statistisch-klimatologische bezeichnet. Schnauer hat für eine Anzahl von Schädlingen festzustellen gesucht, ob sie gewisse Gegenden innerhalb Deutschlands bevorzugen; diese Gebiete hat er nach Möglichkeit kartographisch festgelegt und daraus Schlüsse auf die für das Auftreten maßgebenden Standortsfaktoren zu ziehen gesucht.

Hier wird also bewußt eine Auflösung des Standortbegriffes in seine einzelnen Komponenten angestrebt, während die geographische Forschungsmethode ihn als Ganzes betrachtet, gleichzeitig damit freilich die Grundlagen für spätere Einzeluntersuchungen schafft.

2. Berücksichtigung einzelner Standortsfaktoren

Das führt zu der Frage, ob und wie weit es möglich ist, durch hygienisch bestimmte Berücksichtigung nicht nur des Standortes als Ganzem, sondern auch einzelner Standortsfaktoren dem Auftreten von Pflanzenkrankheiten vorzubeugen. Bevor sie erörtert wird, erscheint es wesentlich, nochmals zu betonen, daß die reinliche Scheidung der einzelnen Faktoren in vielen Fällen großen Schwierigkeiten begegnet, eben weil sie in zu enger Wechselwirkung miteinander stehen. Andererseits wird es aber doch häufig möglich sein, wenigstens festzustellen, welchem von ihnen die größere Bedeutung beizumessen ist, welchem deshalb beim Anbau in erster Linie Beachtung zu schenken ist.

Im allgemeinen faßt man die Standortsfaktoren entsprechend der früher für den Standort gegebenen Definition in drei Gruppen als klimatische, edaphische und biotische Faktoren zusammen. Von einer Besprechung der letzten Gruppe kann an dieser Stelle abgesehen werden, da die hierhin gehörigen Fragen bei der hier getroffenen Anordnung in späteren Abschnitten ausführlich behandelt werden. Dagegen scheint eine gesonderte Betrachtung derjenigen Möglichkeiten zur Krankheitsverhütung angezeigt, die durch Berücksichtigung örtlich eng begrenzter Veränderungen von Klima und Boden gegeben sind.

α) Klima

Dem Klima ist insofern eine Sonderstellung einzuräumen, als es eine Beeinflussung durch den Menschen fast völlig ausschließt und wir infolgedessen gezwungen sind, uns beim Anbau der Kulturpflanzen durch entsprechende Arten- und Sortenwahl den jeweiligen Klimabedingungen nach Möglichkeit anzupassen. Das wird in besonderem Maße naturgemäß immer dann erforderlich sein, wenn eine normale Konstitution der Pflanze in erster Linie von dem Klima abhängt, wie es z. B. Merkenschlager[3]) für die Kartoffel annimmt.

---

[1]) Schnauer, W., Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen. Ztschr. f. angew. Entomologie **15**, 1929, 565—627.

[2]) Wilke, S., Über die Bedeutung tier- und pflanzengeographischer Betrachtungsweise für den Forstschutz. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **18**, 1931, 585.

[3]) Merkenschlager, F., Geographie und Ökologie der Kartoffel. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **17**, 1930, 225—252.

Er sieht das Klima als ausschlaggebend für die Verbreitung der Pflanzkartoffelgebiete an. Mäßig kühle Regionen mit hoher Luftfeuchtigkeit sind Voraussetzung für gesunde Bestände von hohem Pflanzgutwert. Nur bei ungünstigen klimatischen Bedingungen macht sich die geologische Formation bestimmend bemerkbar, die sonst leicht durch das Klima überdeckt wird. Auf die vermutliche Bedeutung dieser Zusammenhänge für die Verhütung des Abbaus ist schon oben hingewiesen worden.

Charakteristische Beispiele des klimabedingten Anbaus bieten auch die Getreidearten.

Unter ihnen hebt sich der Hafer durch seine hohen Ansprüche an den Wassergehalt des Bodens und der Luft heraus. Je kontinentaler das Klima wird, desto mehr muß er durch die Gerste abgelöst werden. Roemer[1]) bezeichnet für Deutschland den Austausch von Hafer gegen Gerste aus klimatischen Gründen als geradezu dringend nötig überall dort, wo die Niederschläge für Hafer nicht ausreichen. Durch eine dementsprechende Beschränkung des Haferanbaus wird man auch am sichersten der ökologisch bedingten Weißährigkeit, vielleicht auch der Dörrfleckenkrankheit begegnen[2]). Zwischen Weizen und Roggen bestehen ähnliche Gegensätze, nur daß sie in diesem Fall in erster Linie die Temperaturansprüche betreffen. Ersterer ist entschieden wärmebedürftiger als letzterer, der in den höheren Lagen Deutschlands nicht durch Weizen ersetzt werden kann, weil tiefe Temperaturen und Schneemengen es nicht gestatten[1]). Im übrigen ist aber die natürlich bedingte Verteilung des Roggenbaus in Deutschland durch den Boden und nicht durch das Klima bestimmt.

Eine entscheidende Rolle spielt das Klima namentlich bei der natürlichen Verbreitung unserer wichtigsten Holzarten; hier wird besonders deutlich, mit welchen Gefahren der künstliche Anbau außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes verbunden ist, der in der Mehrzahl der Fälle zum Mißerfolg führt.

Busse[3]) vermutet, daß das natürliche Verbreitungsgebiet der Tanne von ihrem hohen Feuchtigkeitsbedürfnis und der Spätfrostempfindlichkeit bestimmt wird. Durch das „unheimliche Gespenst" des Tannensterbens ist sie heute, wie Wiedemann[4]) sagt, zu der unzuverlässigsten von unseren sämtlichen deutschen Holzarten geworden. Er nimmt an, daß die Krankheit eine Epidemie der Tannenrindenwollaus ist, die von Mitteldeutschland aus in den letzten Jahrzehnten sich über fast das ganze Verbreitungsgebiet der Tanne ausgedehnt hat. Im Gegensatz zu ihm vertritt Graser[5]) den Standpunkt, daß es unter allseitig optimalen Standorts-, Bestands- und Wirtschaftsverhältnissen auch heute noch kein Tannensterben gibt. „Das Tannensterben hat an den Grenzen des horizontalen und vertikalen Verbreitungsgebietes in Dürrezeiten eingesetzt, weil sich fehlerhafte Wirtschaftsformen naturgemäß um so stärker auswirken und das Tannensterben um so mehr besorgniserregend gestalten mußten, je weiter die örtlichen Standorts- und Bestandsverhältnisse von optimaler Gestaltung entfernt waren. Es kommt darauf an, naturgemäße Lebensbedingungen für die Tanne

---

[1]) Römer, Th., Umstellung des deutschen Getreidebaus. Berichte über Landwirtsch. Sonderheft **27**, 1930, 20.

[2]) Merkenschlager, F. und Klinkowski, M., Sind Weißährigkeit und Dörrfleckenkrankheit als verschiedene Krankheitsformen einer gleichen physiologischen Störungsgruppe aufzufassen? Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst **8**, 1928, 104—105. — Körting, A., Beitrag zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der phytopathologischen Bedeutung einiger an Getreide lebenden Thysanopteren. Ztschr. f. angew. Entomologie **16**, 1930, 505—507.

[3]) Busse, I., Forstlexikon Bd. II. Berlin 1929, S. 306.

[4]) Wiedemann, E., Untersuchungen über das Tannensterben. Forstwiss. Zentralbl. **49**, 1927, 852.

[5]) Graser, Zur Frage des Tannensterbens. Forstwiss. Zentralbl. **53**, 1931, 133.

wiederherzustellen". Dieser Auffassung hat sich neuerdings auch Schwerdtfeger[1]) angeschlossen, der als primären Grund des Tannensterbens in den meisten Fällen ungeeignete standörtliche und waldbauliche Verhältnisse ansieht, welche die Disposition der Tanne für Schadeinflüsse steigern und die Wirkung sonst leichter zu überstehender Angriffe zu fatalem Ausmaße erhöhen. Der Tanne steht im ökologischen Verhalten die Fichte vielfach nahe; zum Teil fallen die Verbreitungsgebietsgrenzen zusammen. Dem Anbau der Fichte in Mitteleuropa setzen ungenügende Wasserversorgung in der Vegetationszeit und zu milde Winter, d. h. zu lang ausgedehnte Vegetationszeit eine Grenze[2]). Ihre künstliche Einführung in die winterwarmen Gebiete hat immer versagt. Als bezeichnendes Beispiel führt Rubner[2]) den Bienwald in der Pfalz an, wo die Fichte vermutlich infolge Verlängerung der Vegetationsperiode so stark unter *Nematus abietinus* leidet, daß von dem weiteren Anbau abgesehen werden muß. In ähnlicher Weise macht Oppermann[3]) das mittelfeuchte Küstenklima in Dänemark für den starken Befall der dort nicht einheimischen Fichten durch Rotfäule und andere Pilzkrankheiten verantwortlich. Nehmen wir die früher besprochene Gefährdung des Fichtenanbaus durch *Lymantria monacha* und *Ips typographus* hinzu, so erscheint die Frage Rubners[4]) verständlich, ob es noch nicht genug der Schäden und Gefahren sei, denen die Fichte außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes unterliege und ob man nicht endlich Ernst machen wolle und den Fichtenanbau dort einstellen. Erwähnt sei schließlich noch wegen des auffallenden Gegensatzes zu dem Verbreitungsgebiet der Fichte dasjenige der Buche. „In der Ebene schließen sich beide Arten aus, die Buche geht nur eben bis dahin, wo die Fichte anfängt. In den Gebirgen überschneiden sich zwar die Zonen, sind in der Hauptsache aber auch hier getrennt (Buche unten, Fichte oben)[5])." Sie ist eine mehr ozeanische Holzart, die ausgesprochen an das atlantische Klima angepaßt ist und in der Ausbreitung nach Osten durch die Spätfrostgefahr ihre Begrenzung findet.

Unter den Gemüsearten sind alle Blattgemüse durch hohe Ansprüche an Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet[6]). Bei den Obstarten dagegen ist wieder in erster Linie die Temperatur entscheidend. Das zeigen besonders deutlich die gegensätzlichen Anforderungen des Weins und des Apfels. Wir können geradezu von einem Wein- und von einem Apfelklima sprechen. Für den gesamten Obstbau ist namentlich die Gefahr der Frühjahrsfröste von entscheidender Bedeutung.

Auch mit Rücksicht auf die Verhütung parasitärer Erkrankungen ist die Beachtung der hier kurz skizzierten Zusammenhänge von großer Bedeutung. Das wurde ja in einzelnen Fällen schon angedeutet, in denen die Prädisposition eine große Rolle spielt. Hingewiesen sei hier auch auf die Abnahme der *Nectria*-Krebsschäden von Norwegen, wo sie besonders groß sind, nach dem Süden zu, bis sie in wärmeren Lagen südlich der Alpen ganz verschwinden[7]). Ganz allgemein gilt, daß feuchtes Klima das Auftreten von pilzlichen, trockenes dasjenige von tierischen Parasiten begünstigt.

---

[1]) Schwerdtfeger, F., Die Waldkrankheiten. Berlin 1944, S. 345.

[2]) Rubner, K., Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus. 3. Aufl. Neudamm 1934, S. 337—338.

[3]) Oppermann, A., La santé de l'épicéa en Danemark. Nach Fußnote 4, 33.

[4]) Rubner, K., Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. 2. Aufl. Neudamm 1925, 217.

[5]) Dengler, A., Waldbau auf ökologischer Grundlage. Berlin 1930, S. 73.

[6]) Becker, I., Der Feldgemüsebau. Handbuch d. Landw. III. Berlin 1930, S. 473.

[7]) Dieses Handbuch, Bd. II, 5. Aufl. Berlin 1928, S. 557.

Aereboe[1]) weist deshalb darauf hin, daß der Kampf mit den letzteren um so leichter wird, je ozeanischer das Klima wird und daß demzufolge dort auch diejenigen Kulturpflanzen bevorzugt werden, deren Erträge im Kontinentalklima durch tierische Schädlinge sehr herabgemindert werden, wie es z. B. in hohem Maße für Raps, Rübsen und Pferdebohnen zutrifft. Dem gliedert sich auch der Befund Schnauers[2]) über das Schadgebiet von *Jassus sexnotatus Fall.* ein.

Es liegt im großen östlichen Trockengebiet Deutschlands, dem sog. subsarmatischen Klimabezirk. Das dauernde Schadauftreten dieses Parasiten ist einzig und allein von trockenwarmem Klima in seiner unmittelbaren Einwirkung auf das Insekt abhängig.

Zwei sehr schöne Beispiele für klimatisch bedingte pilzparasitäre Schädlingsplagen sind durch Rasmussen[3]) und Schwarz[4]) bekannt geworden.

Puccinia glumarum hordei scheint ein ausgesprochenes Verbreitungsgebiet längs der dänisch-deutschen Ostseeküste zu haben. Hier wird besonders die Wintergerste befallen, von welcher der Rost dann im Frühjahr auf die Sommergerstenbestände übergeht. Rasmussen setzt sich aus diesem Grunde für die Einschränkung des Wintergerstenbaus in diesen Gebieten ein. Schwarz hat als entscheidendes Moment für die Fruchtfäulen der Feige in Kleinasien die Disposition des Wirtes erkannt. Diese wird durch übermäßig hohe Luftfeuchtigkeit hervorgerufen. „Die Fruchtfäulen erweisen sich letzten Endes als Folgeerscheinungen von Störungen der Wasserbilanz der Feigenbäume, als Reaktion auf ein von der Feigenurheimat abweichendes Klima." Interessant ist nun, daß Schwarz festgestellt hat, daß der Feigenbau in den gefährdeten Gebieten an Flächenraum ständig einbüßt, wogegen im Osten des Landes zahlreiche Kulturen neu angelegt werden. „Bereits die private Initiative beschreitet also den Weg des Rückzugs in gegen übermäßige Luftfeuchtigkeit gesicherte Gebiete."

Ähnlich liegen die Dinge nach Schindler[5]) hinsichtlich des Weizens in Südamerika. Er leidet in der Nähe der Tropen zu stark unter Rost und kann deshalb erst in den trockneren, kühleren Gegenden gegenüber dem Mais überwiegen. Gaßner[6]) hat Feststellungen über Auftreten und Verbreitung der Getreiderostarten in Südamerika gemacht.

Er erwähnt dort u. a. starkes Auftreten von *Puccinia dispersa* auf Roggen in Südbrasilien, während 1910 noch völlige Rostfreiheit des Roggens für dieses Gebiet angegeben war. Damals ist Roggen von deutschen Kolonisten vor allem auch deshalb angebaut worden, weil er unter Rost nicht litt und daher eine ungleich sicherere Ernte gab als Weizen, bei dem man oft mehrere Jahre nacheinander mit einer völligen Mißernte rechnen mußte.

Ist den allgemeinen klimatischen Voraussetzungen wie sie z. B. für Deutschland namentlich von Werth[7]) übersichtlich dargestellt worden sind, durch Aus-

---

[1]) Aereboe, F., Landwirtschaftliche Betriebslehre. 5. Aufl. Berlin 1920, S. 453.

[2]) Schnauer, W., Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen. Ztschr. f. angew. Entomologie **15**, 1929, 583.

[3]) Nach Appel, O. und Scheibe, A., Beobachtungen über die Verbreitung der einzelnen Getreiderostarten in Deutschland. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **46**, 1931, 61—63.

[4]) Schwarz, O., Beiträge zur Pathologie der Feige, *Ficus carica L. I.* Das Fruchtfäuleproblem in Kleinasien. Phytopath. Ztschr. **6**, 1933, 610, 617.

[5]) Schindler, F., Handbuch des Getreidebaus. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 154.

[6]) Gassner, G., Neue Feststellungen über Auftreten und Verbreitung der Getreiderostarten in Südamerika. Phytopath. Ztschr. **4**, 1931, 196.

[7]) Werth, E., Klima- und Vegetationsgliederung in Deutschland. Mitt. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **33**, 1927.

wahl entsprechender Pflanzenarten Rechnung getragen worden, so handelt es sich weiterhin darum, den unterschiedlichen Bedingungen, die innerhalb des für eine Art geeigneten Klimabezirks auftreten, gerecht zu werden. Dazu ist die Möglichkeit gegeben durch das verschiedene physiologische Verhalten der Sorten der gleichen Art.

Im Obstbau spricht man geradezu von Klimasorten im Gegensatz zu Bodensorten. Letztere sind solche, deren Anbau in erster Linie durch Bodenansprüche bedingt wird, während sie vom Klima weitgehend unabhängig sind. Umgekehrt liegt es bei den Klimasorten. Als Beispiel für diese führt v. Arnoldi[1]) den „Schönen von Boskoop" an, für jene die „Wintergoldparmäne". Auch bei den Gemüsearten gibt es Sorten, die als reine Klimasorten bezeichnet werden müssen[2]). Auf die Bedeutung der Klimarassen für den Waldbau ist bereits hingewiesen worden. Welche außerordentlich großen Vorteile die Ausnutzung der unterschiedlichen Temperaturansprüche der Getreidesorten gewährt, ist bekannt. Es braucht nur an den Siegeszug des Squarehead Weizens in Europa von Westen nach Osten erinnert zu werden, um zu zeigen, wie weit durch richtige Sortenwahl Frostschäden begegnet und die Anbaufläche einer Art ausgedehnt werden kann. Ähnlich liegen die Dinge beim Wintergerstenbau. Auch in den Feuchtigkeitsansprüchen bestehen sortenweise große Unterschiede. Hierbei handelt es sich aber weniger um die Luftfeuchtigkeit als um die Bodenfeuchtigkeit. Denn die Wasseraufnahme erfolgt in erster Linie aus dem Boden.

Die enge Beziehung zwischen den beiden Standortsfaktoren Klima und Boden, deren Wechselwirkung für die Bildung der Bodenarten von entscheidender Bedeutung ist, tritt eben auch bei dem Wasserbedarf der Kulturpflanzen in die Erscheinung. Als besonders lehrreiches Beispiel hierfür sei das von Wiedemann[3]) eingehend untersuchte Fichtensterben in Sachsen angeführt:

„Die Wuchsstockungen der Fichte in Sachsen beruhen auf einem engen Zusammenwirken schädlicher Einflüsse von Klima und Boden. Die Bodenveränderungen, die hauptsächlich durch die menschlichen Eingriffe der letzten Jahrhunderte verursacht sind, vor allem die Verringerung der physiologischen Tiefgründigkeit vieler Waldböden, sind dabei die bedingende Ursache; sie stören entscheidend die ursprüngliche Gleichmäßigkeit der Wasserwirtschaft im durchwurzelten Boden und zwingen die Fichte, ein abnorm oberflächliches, schlecht entwickeltes Wurzelsystem auszubilden. Die klimatischen Einflüsse, von denen die Sommerdürren an erster Stelle stehen, können auf die so disponierte Fichte viel schärfer einwirken als unter ursprünglichen Verhältnissen; sie lösen unmittelbar die schweren sichtbaren Erkrankungserscheinungen (Wuchsstockungen, teilweises oder völliges Absterben der Pflanze) aus. Da die Bodenerkrankungen ständig fortschreiten, die Sommerdürren in ihrer Häufigkeit aber wellenförmig zu- und abnehmen, so treten auch die Krankheitserscheinungen periodisch an- und abschwellend, im Durchschnitt aber ständig verschärft auf." In Übereinstimmung mit dieser Auffassung empfiehlt Hitschhold[4]) auch gegen das Fichtensterben in Ostpreußen, die Fichtennachzucht auf solchen Standorten tunlichst einzuschränken, die nicht genügend tief oder dauernd entwässert werden können, sowie auf Böden, die bereits heute eine derartige Entartung aufweisen, daß eine nachhaltige Holzzucht hier ausgeschlossen erscheint.

---

[1]) Arnoldi, Th. v., Boden- und Klimasorten. Obst- und Gemüsebau **74**, 1928, 169.

[2]) Becker, I., Handbuch des Gemüsebaus, 5. Aufl., Berlin 1950, 5.

[3]) Wiedemann, E., Zuwachsrückgang und Wuchsstockungen der Fichte in den mittleren und unteren Höhenlagen der sächsischen Staatsforsten. Tharandt 1923.

[4]) Hitschhold, Das Fichtensterben in Ostpreußen. D. deutsche Forstwirt **16**, 1934, 855.

β) Boden

Die zweite Gruppe von Standortsfaktoren, die edaphischen, kann auch unter dem Begriff Boden zusammengefaßt werden. Der Boden bietet wesentlich mehr Möglichkeiten, der Forderung nach hygienischer Standortsberücksichtigung zu entsprechen. Denn „während pflanzengeographisch betrachtet das Klima eine sehr große Rolle für den Charakter der Flora eines Gebietes spielt, sind die edaphischen Faktoren äußerst wichtig für die Entstehung und Begrenzung bestimmter Pflanzenvereine“[1]). Letztere wechseln also im allgemeinen viel schneller, d. h. innerhalb gleichartiger Klimabezirke zeigt der Boden mehr oder weniger ausgeprägte Unterschiede. Infolgedessen ist nicht nur eine Anpassung der Pflanze an den Boden durch Arten- und Sortenwahl möglich, sondern umgekehrt auch eine Anpassung des Bodens an die Pflanze durch Auswahl des für sie geeignetsten. Dazu kommt weiter, daß ungünstige Eigenschaften des Bodens durch eine Reihe von später zu besprechenden Maßnahmen beseitigt oder doch zum mindesten nicht unerheblich gemildert werden können.

Über die Eignung eines Bodens für bestimmte Pflanzenarten lassen sich wertvolle Anhaltspunkte aus den Bodenbonitierungssystemen gewinnen, wie sie in der landwirtschaftlichen Betriebslehre ausgearbeitet worden sind.

Die Einteilung wird in erster Linie nach den Hauptgetreidearten vorgenommen; es werden aber auch andere Pflanzenarten sowie die Futterwüchsigkeit zur Beurteilung herangezogen. So spricht man von geborenen Zuckerrüben-, von geborenen Kartoffelböden usw. In neuerer Zeit wendet man in steigendem Maße der Bodenbeurteilung auf Grund des natürlichen Pflanzenbestandes seine Aufmerksamkeit zu[2]), wobei Petersen[3]) das Hauptgewicht auf die Beziehungen des Pflanzenvorkommens zu den Feuchtigkeitsverhältnissen legt.

Feuchtigkeit und Nährstoffgehalt des Bodens sind in erster Linie für das Gedeihen der Pflanzen entscheidend. Je einseitiger und höher die Ansprüche einer Pflanzenart sind, um so wichtiger ist die Auswahl eines geeigneten Bodens und um so zwingender der Ausschluß der betreffenden Pflanzenart, wenn ihren Bodenansprüchen nicht entsprochen werden kann.

Innerhalb der für eine Pflanzenart mehr oder weniger charakteristischen Bodenansprüche zeigen nun wieder die Sorten große Unterschiede, deren Berücksichtigung uns in den Stand setzt, eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den gegebenen Bodenverhältnissen einerseits und den Bodenansprüchen der Pflanze andererseits zu erzielen. Dazu ist naturgemäß eine genaue Kenntnis der letzteren für jede Sorte erforderlich. Angaben hierüber finden sich in den Sortenbeschreibungen der Züchter sowie in den Sortenverzeichnissen, wie sie von den verschiedensten Stellen bearbeitet worden sind. Meist erfahren dabei die Feuchtigkeitsverhältnisse entsprechend ihrer hervorragenden Bedeutung neben der all-

---

[1]) Warming, E. und Gräbner, P., Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 4. Aufl. Berlin 1933, S. 6.

[2]) Mevius, W., Die Bestimmung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens auf Grund des natürlichen Pflanzenbestandes. In Handbuch der Bodenlehre Bd. 7. Berlin 1930. S. 49—106.

[3]) Petersen, A., Taxation von Ackerländereien auf Grund des natürlichen Pflanzenbestandes von Ackerland und Ackerrand. Berlin 1930.

gemeinen Bodenbeschaffenheit besondere Beachtung. Berkner[1]) legt sie beispielsweise seiner Einteilung der Sorten der verschiedenen Getreidearten zugrunde.

Er unterscheidet zwischen *Hygro-, Hygromeso-, Meso-, Mesoxero-* und *Xerophyten.* In wie enger Verbindung aber die verschiedenen edaphischen Faktoren mit den klimatischen stehen, zeigt gerade diese Einteilung. Nährstoffbedarf, Wasser- und Wärmeansprüche lassen fast stets mehr oder minder deutliche Beziehungen zueinander erkennen. Berkner spricht demgemäß auch von der größeren oder geringeren ökologischen Streubreite. Am größten ist sie bei den Mesophyten, diese besitzen die größte Anpassungsfähigkeit; nach beiden Seiten nimmt sie ab. Je geringer sie ist, um so wichtiger ist die Erfüllung der von der Sorte gestellten Ansprüche. Um eine ähnliche Gruppierung der Kartoffelsorten hat sich namentlich Oberstein[2]) bemüht, während Berkner und Schlimm[3]) auch bei diesen die Wasseransprüche näher untersucht haben.

Daß ein für die Pflanze geeigneter Boden zu den wichtigsten Voraussetzungen für ihre gesunde Entwicklung gehört, kann nach dem früher Gesagten keinem Zweifel unterliegen. Einige Beispiele mögen das erläutern, was um so mehr genügt, als die spätere Besprechung der Bodenverbesserungsmaßnahmen Gelegenheit geben wird, auf diese Zusammenhänge noch ausführlicher einzugehen.

Es sei zunächst an die extremsten Fälle erinnert, in denen der erfolgreiche Anbau bestimmter Pflanzenarten unmöglich wird, wenn nicht besondere Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Man spricht von „Bodenerkrankungen" und versteht darunter gewisse physikalische und chemische Umsetzungen der Böden, die sie für die Vegetation ungeeignet machen[4]).

Hierzu gehört z. B. die Ortsteinbildung, die sich namentlich in der Forstwirtschaft und im Gartenbau schädigend geltend macht. Eine zweite Gruppe bilden die „Bodenkrankheiten" im engeren Sinne, deren Hudig und Meyr[5]) bisher drei unterscheiden, die Moorkoloniale oder Dörrfleckenkrankheit, die Hooghalensche oder Sauerkrankheit und die Urbarmachungskrankheit.

In diesen Fällen ist es freilich geglückt, Bodenverbesserungsmaßnahmen ausfindig zu machen, welche die Behebung der schädlichen Bodeneigenschaften verhältnismäßig leicht machen und auf welche später noch einzugehen sein wird. Schwieriger ist dies wieder bei den verschiedenen Formen der Bodenmüdigkeit. Sie zwingt häufig dazu, den Anbau bestimmter Kulturpflanzenarten auf kürzere oder längere Zeit auszusetzen.

Das Wesen der Bodenmüdigkeit ist an anderer Stelle dieses Handbuchs (Bd. I, 2. Teil S. 160) erörtert worden. Es genügt deshalb, hier nur die für die Standortsberücksichtigung wesentlichsten Gesichtspunkte hervorzukehren.

Von einer „echten" Bodenmüdigkeit will v. Bronsart[6]) nur dann sprechen, wenn ein Boden, der eine bestimmte Pflanze mehrere Male hintereinander getragen hat, nun von eben dieser Pflanze keine Erträge mehr bringen will, obgleich ihm durch richtige Düngung und Behandlung die entnommenen Nährstoffe jeweils wieder zu-

[1]) Berkner, F., Der Getreidebau. Handbuch d. Landwirtschaft Bd. 3, S. 1—108. Berlin 1930.

[2]) Oberstein, Über die ökologische Anpassung unserer Kartoffelsorten. Kartoffelbau **9**, 1925, 133—137.

[3]) Berkner, F. und Schlimm, W., Untersuchungen über den Wasserverbrauch der verschiedenen Kartoffelsorten. Archiv f. Pflanzenbau **7**, 1931, 569—585.

[4]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 123.

[5]) Hudig, J. und Meyr, C., Über die sogenannte „Urbarmachungskrankheit" als dritte Bodenkrankheit. Ztschr. f. Pflanzenernähr. und Düng. A **8**, 1926, 15—52.

[6]) Bronsart, H. v., Bodenmüdigkeit u. i. Ursachenbekämpfg. Neudamm 1931, S. 63.

gesetzt worden sind und obgleich sich in ihm keinerlei Verseuchung durch tierische oder pilzliche Schädlinge nachweisen läßt. Aus dieser Definition geht hervor, daß eine ursprünglich als „echte" Bodenmüdigkeit angesehene Erscheinung bei fortschreitender Erkenntnis ihrer Ursachen den Anspruch auf diese Benennung verlieren kann. Das zeigt sehr deutlich das Beispiel der „Rübenmüdigkeit". Als ihr charakteristisches Merkmal bezeichnet Kühn[1]) „Abnahme der Erträge früher rübensicherer Äcker ohne augenfällige Ursache". Dagegen werde man bei geringeren Erträgen etwa infolge Fraß von Schild- und Aaskäfer selbst dann nicht von Rübenmüdigkeit reden, wenn dies mehrere Jahre sich wiederholen sollte, da man ja über die Ursache der Ertragsabnahme nicht im Zweifel sein könne. Kühn ist dann auf Grund umfangreicher Untersuchungen zu dem Ergebnis gekommen, daß höchstwahrscheinlich überall da, wo man über Rübenmüdigkeit klagt, lediglich durch Parasiten, insbesondere durch Nematoden, die Abnahme der Rübenerträge hervorgerufen wird, dagegen kein einziger Fall wahrer Rübenmüdigkeit, veranlaßt durch Erschöpfung des Bodens, nachgewiesen werden konnte. Eine scharfe Begrenzung dieses Begriffes wird zweifellos meist nicht durchgeführt. So meint Fruwirth[2]) bei Besprechung der Kleemüdigkeit, sie scheine von der Erschöpfung des Ober- und Untergrundes an assimilierbaren Nährstoffen, namentlich Phosphor und Kali herzurühren; auf kräftigem Boden werde sie durch tierische oder pflanzliche Parasiten oder eine zu weitgehende Lockerung des Untergrundes verursacht. Dementsprechend hat Schaeffler[3]) die „Kleemüdigkeit" als einen sehr uneinheitlich angewendeten, vieldeutigen, unsicheren Begriff von wissenschaftlich sehr bedingter Brauchbarkeit gekennzeichnet und gefordert, sie durch Zusatz des Art- statt des Gattungsnamens schärfer zu umreißen. Merkenschlager[4]) andererseits will zwischen Boden- und Pflanzenmüdigkeit unterscheiden, die nicht ineinander aufgingen, zwischen denen aber unzählige Beziehungen hinüber und herüber führten. Um den herrschenden falschen Vorstellungen von Bodenmüdigkeit entgegenzutreten, hat Klaus[5]) in Zusammenfassung der bereits bestehenden Definitionen Bodenmüdigkeit gekennzeichnet als den nach wiederholtem Anbau allmählich eintretenden Verlust der Eignung eines Bodens, einer bestimmten oder ähnlich wirkenden Pflanzenart als Substrat zu dienen, dessen Ursache nicht bekannt, aber pflanzenspezifisch ist. Wie komplex und wenig geklärt die Erscheinung ist, zeigt der Hinweis, Bodenmüdigkeit sei ein Begriff, der in den Händen zerfalle, wenn man ihn zu fassen suche[6]).

Echte Bodenmüdigkeit, deren Ursachen H. v. Bronsart[7]) als heute noch nahezu ungelöste Frage bezeichnet, kennen wir namentlich bei Rotklee, Lein, Leindotter, Senf, Tabak und Erbsen. Sie steht vor allem „als drohendes Gespenst hinter allen Spezialkulturen", die einen fortgesetzten Anbau der gleichen Pflanzenart auf dem gleichen Boden unvermeidlich machen. Das gilt z. B. für den Weinbau, der durch die „Rebenmüdigkeit" gefährdet wird. Zillig und Herrschler[8]) ist es gelungen,

[1]) Kühn, J., Die Ergebnisse der Versuche zur Ermittlung der Ursache der Rübenmüdigkeit und zur Erforschung der Natur der Nematoden. Ber. d. physiol. Labor. u. Versuchsanst. Landw. Inst. Halle. 3. Heft. Dresden 1881, 3.

[2]) Krafft-Fruwirth, Die Pflanzenbaulehre. 13. u. 14. Aufl. Berlin 1927, S. 227.

[3]) Schaeffler, H., Über die Anwendung und Bedeutung des Ausdruckes Kleemüdigkeit und seine Brauchbarkeit als wissenschaftlicher Begriff. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **17**, 1939/40, S. 90, 83.

[4]) Merkenschlager, F., Zwischen Atmung und Gärung. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **13**, 1935/36, 296.

[5]) Klaus, H., Das Problem der Bodenmüdigkeit unter Berücksichtigung des Obstbaues. Landw. Jahrb. **89**, 1940, 454.

[6]) Aaltonen, V. T., Boden und Wald. Berlin 1948, S. 339.

[7]) Bronsart, H. v., Der heutige Stand unseres Wissens von der Bodenmüdigkeit. Ztschr. f. Pflanzenernährung **45**, 1949, 166—193.

[8]) Zillig, H. und Herrschler, A., Bodenuntersuchungen zur Klärung von Wachstumsstörungen im Weinbaugebiet der Mosel, Saar und Ruwer. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **18**, 1931, 576.

sie in allen von ihnen untersuchten Fällen auf zu hohes Alter der Rebstöcke, unzureichenden Nährstoffgehalt oder ungünstige physikalische Eigenschaften des Bodens, zum Teil auf das Zusammenwirken dieser Voraussetzungen zurückzuführen. Auch die Erscheinung der „Obstbaummüdigkeit" ist allgemein bekannt. Vogel[1]) glaubt sich auf Grund sehr umfangreicher Untersuchungen in Weihenstephan zu der Annahme berechtigt, „daß die in den Schichten von 30—60 cm Tiefe entstehende Nährstofferschöpfung, die unter Umständen schon nach dem erstmaligen Anbau von Gehölzen auftritt, mindestens auf schwereren Böden Anlaß für eine Anzahl der Erscheinungen gibt, die als Bodenmüdigkeit angesprochen wird". Wenn Bodenmüdigkeit auch bei bester Düngung auf solchen Böden auftritt, so erklärt sich das aus der außerordentlich geringen Wanderungsgeschwindigkeit der kali- und phosphorsäurehaltigen Düngemittel, die in den langjährigen Versuchen von Wagner[2]) vollständig oder fast vollständig in der Krume adsorbiert worden sind. Vogel und Weber[3]) haben in einem Fall als Hauptursache der Müdigkeitserscheinungen in einer Obstbaumschule Verdichtung des Untergrundes mit mikrobiologischen Folgeerscheinungen feststellen können. Weiter sei hier namentlich auch auf den Niedergang des niederelbischen Obstbaues in den beiden letzten Jahrzehnten hingewiesen. Nach Beseitigung der parasitären Schädigungen zeigte sich, daß zum sehr großen Teil ungünstige Standortsverhältnisse die Ursache waren. Wartenberg[4]) kam zu dem Ergebnis, daß der sandarme, aber eisenreiche Tonboden, auf dem der größte Teil des Obstbaus betrieben wird, bei streng saurer Reaktion in günstiger Struktur und dann auch für das Baumwachstum günstig ist. Ein Entsäuern des Bodens, wie es durch das Steigen des Grundwassers möglich ist („blauer Jammer"), wirkt auf beides ungünstig. Auf dem sandigen Tonboden dagegen, dessen Variationsbereich um den Neutralwert variiert, ist eine Versäuerung für das Baumwachstum ungünstig, steigende Alkalität aber vorteilhaft.

Zur Vermeidung der „echten" Bodenmüdigkeit bleibt naturgemäß, da ihre Ursachen noch unbekannt sind, als einzige Möglichkeit vorerst, auf derartigen Böden den Anbau solcher Pflanzenarten, die Bodenmüdigkeit verraten haben, zeitweilig auszusetzen. Bei Besprechung der Fruchtfolge als hygienischer Maßnahme wird hierauf noch zurückzukommen sein. In allen anderen Fällen, in denen nur scheinbare Bodenmüdigkeit vorliegt, deren jeweilige Ursache klargestellt ist, kann auch Beseitigung dieser Ursache zum Ziel führen, vorausgesetzt daß eine solche möglich und rentabel ist. Daß diese Voraussetzung durchaus nicht immer zutrifft, mag ein Beispiel zeigen. Zillig und Herrschler[5]) weisen darauf hin, daß auf Böden mit über 80% Steingehalt, wie sie an der Untermosel vorkommen, nur nach Einbringen einer ungewöhnlich reichlichen Menge von Stallmist oder Kompost befriedigendes Wachstum zu erzielen sein wird. Da sich diese Maßnahme aber heute nicht bezahlt mache und andere Kulturpflanzen auf derartigen Böden nicht gedeihen, werde nichts anderes übrig bleiben, als dort den

---

[1]) Vogel, F., Untersuchungen über die Ernährung und die sogenannte Bodenmüdigkeit von Gehölzen. Mitt. Deutsche Dendrolog. Ges. 1929, 292.

[2]) Wagner, F., Wissenschaftliche Obstbaum- und Beerenobstdüngungsversuche. Arb. Deutsche Landw. Ges. Heft 377. Berlin 1931.

[3]) Vogel, F. u. Weber, E., Beitrag zur Frage der Bodenmüdigkeit in der Obstbaumschule. Gartenbauwissenschaft **5**, 1931, 508—524.

[4]) Wartenberg, H., Die Bodenverhältnisse der niederelbischen Marschen und ihre phytopathologische Bedeutung für den Obstbau. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- und Forstw. **17**, 1930, 410.

[5]) Zillig, H. u. Herrschler, A., Bodenuntersuchungen zur Klärung von Wachstumsstörungen an Reben im Weinbaugebiet der Mosel, Saar und Ruwer. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **18**, 1931, 573.

Weinbau auszusetzen, bis sich durch natürliche Verwitterung der Feinerdegehalt des Bodens erhöht habe.

In den bisher besprochenen Fällen schließt der Boden infolge bestimmter Eigenschaften den Anbau mancher Pflanzenarten wenigstens zeitweise aus oder rückt sogar an die Grenze der Anbauwürdigkeit überhaupt. Die sichere Erkennung und entsprechende Beachtung derartiger nicht allzuhäufiger Verhältnisse begegnet keinen großen Schwierigkeiten. Wesentlich wichtiger und zahlreicher sind diejenigen Fälle, in denen der Boden die Kultur zwar zuläßt, aber doch nicht die Voraussetzungen für eine gesunde Entwicklung der Pflanzen erfüllt, sei es, daß er sich in einer allgemein ungünstigen Beschaffenheit befindet oder daß er den Ansprüchen einer bestimmten Pflanzenart oder -sorte nicht voll entspricht. Die Folge sind Störungen in der Entwicklung, die sich zur regelrechten Erkrankung durch ungünstige Bodenverhältnisse steigern können und die außerdem häufig erst die Prädisposition für parasitäre Krankheiten schaffen. Je besser es deshalb durch hygienische Standortsberücksichtigung gelingt, die Bedingungen des Bodens mit den Ansprüchen der auf ihm anzubauenden Pflanzen in Einklang zu bringen, um so sicherer wird Erkrankungen jeder Art von vornherein vorgebeugt werden. Zum Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung können hier nur einzelne besonders charakteristische Beispiele angeführt werden; im übrigen muß auf die ausführliche Besprechung jedes einzelnen Falles verwiesen werden, wie sie an anderer Stelle dieses Handbuches bei Behandlung der verschiedenen Krankheitsursachen gegeben worden ist.

Dem Abbau der Kartoffel, soweit er ökologisch bedingt ist, kann durch Wahl eines zweckentsprechenden Bodens entgegengearbeitet werden.

Dabei kann nicht eine bestimmte Bodenart als günstigste bezeichnet werden, wie auch die Anschauung, Anbau auf schwerem Boden mindere den Pflanzgutwert, heute nicht mehr aufrecht zu erhalten ist. Vielmehr hängt die Eignung des Bodens des Anbauortes weitgehend davon ab, wie derjenige des Herkunftsortes beschaffen gewesen ist. Ziegler[1]) hat in einem „Kartoffelfahrplan" diese Beziehungen in festere Form zu bringen gesucht.

Auf die Weißährigkeit der Gramineen, soweit sie durch unsichere und ungleichmäßige Wasserversorgung verursacht ist, wurde früher schon hingewiesen.

Schwarz und Tomaszewski[3]) kommen zu dem Ergebnis, ihre Bekämpfung heiße Standortswahl und Standortserhaltung. Dabei ist freilich in Übereinstimmung mit der früher gegebenen Definition unter Standort nicht nur der Boden zu verstehen, wenn diesem auch unter Umständen die ausschlaggebende Bedeutung beizumessen ist. So werden nach Schwarz[2]) Moorböden, die starke Neigung zum Puffigwerden zeigen, stets unter Weißährigkeit zu leiden haben. Aber in allen Fällen, in denen Erkrankungen der Pflanze auf Störungen in der Wasserversorgung beruhen, sind die Einflüsse von Klima und Boden nur schwer voneinander zu trennen.

Im Waldbau ist die „Ackersterbe" gefürchtet[4]).

---

[1]) Ziegler, O., Systematische Auswertung der Herkunftsversuche bei Kartoffeln. Deutsche Landwirtsch. Presse **56**, 1929, 317.

[2]) Schwarz, O. und Tomaszewski, W., Zur Ökologie und Phytopathologie des Grassaatbaus. Angew. Botanik **12**, 1930, 423—442.

[3]) Schwarz, O., Zur Agrargeographie des kultivierten Moores. Ernährung d. Pflanze **27**, 1931, 128—135.

[4]) Schwerdtfeger, F., Die Waldkrankheiten. Berlin 1944, S. 343.

Anfangs gut gedeihende Fichten- und Kiefernaufforstungen auf Ackerflächen erkranken im Dickungs- und Stangenholzalter nester- und horstweise, eine Erscheinung, die auf schlechte physikalische Eigenschaften des Bodens, insbesondere geringes Porenvolumen und Verfestigung in der Pflugsohle und die dadurch bedingten zu starken Feuchtigkeitschwankungen zurückgeführt wird. Sie führen zusammen mit der zu leichten Aufnehmbarkeit der Nährstoffe zu einer mangelhaften und zu flachen Ausbildung des Wurzelsystems. Deshalb empfiehlt man bei Feldaufforstungen den Anbau von Pionier-Holzarten, die tiefer in den Boden eindringen.

Von den zahlreichen parasitären Krankheiten, deren Auftreten man von vornherein durch Berücksichtigung der Bodenbeschaffenheit begegnen kann, verdient in Deutschland besondere Beachtung die Ophiobolose des Weizens.

Während Schaffnit[1]) glaubt, daß *Ophiobolus graminis* seine Wirtspflanze in jeder Lebenslage angreift, vertritt Kleine[2]) den Standpunkt, daß immer eine gewisse Prädisposition der Pflanze vorliegen muß, um den Befall überhaupt zu ermöglichen. „Wo Weizen auf wirklich guten Weizenboden in guter Kultur gebracht wird, ist die Krankheit entweder überhaupt nicht vorhanden, oder sie tritt äußerst schwach auf, so daß sie dem Praktiker fast unerkannt bleibt." Diese Anschauung hat namentlich durch die Untersuchungen von Moritz[3]) eine starke Stütze erfahren, der zu dem Ergebnis kommt, daß an der Hervorbringung der Schwarzbeinigkeit außer anderen Umwelt-, insbesondere Bodenfaktoren auch Pilze notwendig beteiligt sind. Jenen komme der Wert ermöglichender, diesen die Rolle verwirklichender Faktoren zu. „Schon die der Pflanze gemäße und normale Lebenslage des typischen Weizenbodens in gutem Kulturzustand verhindert die Infektion"[4]). Deshalb bezeichnet Mahner[5]) die Fußkrankheit geradezu als Indikator für die Weizenfähigkeit des Bodens. Demgemäß erscheint es Blunck[6]) nicht zweifelhaft, daß „die Ausdehnung und Intensivierung des Weizenbaus, soweit sie die Frucht auf unzuverlässige Grenzböden führt, sich auf die Ausbreitung der Seuche fördernd auswirkt". Eine Ausdehnung der Weizenanbaufläche ohne wesentliche Schädigungen durch Fußkrankheiten sei nur dort möglich, wo die fortschreitende Bodenkultur die Vorbedingungen für ein Gedeihen geschaffen habe, während sich die Schädigungen besonders unter solchen Verhältnissen auswirkten, die von jeher als ungeeignet für den Weizenanbau betrachtet wurden[7]). Die umfangreichen Untersuchungen von Winter[8]) haben bestätigt, daß dem Boden eine entscheidende Bedeutung beim Auftreten der Ophiobolose zukommt, daß es sich dabei aber um Beziehungen sehr mannigfaltiger Art handelt, indem jede Änderung des physikalisch-chemischen Aufbaues des Bodens, welche die Entwicklung des Edaphons fördert und mittelbar die Ophiobolose hemmt, gleichzeitig eine direkte Wirkung auf den Pilz ausübt, die unter Umständen die indirekte über das Edaphon verlaufende Hemmung des Parasiten überdecken und so die Kalamität steigern kann.

---

[1]) Schaffnit, E., Ertragseinbußen im Getreidebau durch Fußkrankheiten. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **45**, 1930, 247.

[2]) Kleine, R., Die Fußkrankheiten des Getreides. Pommernblatt **32**, 1929, 737—738.

[3]) Moritz, O., Zum Problem der Fußkrankheit des Weizens. Angewandte Botanik **13**, 1931, 159.

[4]) Moritz, O., Weitere Studien über die Ophiobolose des Weizens. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **20**, 1933, 46.

[5]) Mahner, A., Die Fußkrankheiten als Indikator für Weizenfähigkeit. Landw. Fachpresse f. d. Tschechoslowakei **9**, 1931, 183.

[6]) Blunck, H., Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 287.

[7]) Blunck, H., Vortrag im Ausschuß der Ackerbauabteilung und im Sonderausschuß für Pflanzenschutz der DLG. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **47**, 1932, 129.

[8]) Winter, G. A., Weitere Untersuchungen über den Einfluß der Bodenstruktur auf die Infektion des Weizens durch *Ophiobolus graminis*. Zentralbl. f. Bakteriologie II **101**, 1940, 363—388.

Ganz ähnlich liegen die Dinge für den Rübenbau.

Holdefleiß[1]) weist darauf hin, daß die erforderliche Einschränkung des deutschen Zuckerrübenbaus dort zu erfolgen habe, wo nach den alten Anschauungen kein „geborener" Zuckerrübenboden sei. Man sei in der letzten Zeit vielfach über diese Grenze hinausgegangen und habe Zuckerrüben an Stellen angebaut, die man in der Blütezeit des deutschen Zuckerrübenbaus nicht als zulässig angesehen habe. Dabei habe sich immer mehr die Erfahrung ergeben, daß Insektenschäden an Zuckerrüben, die an weniger geeigneten Stellen oder bei unzureichender Düngung unter ungenügender Kultur ständen, bedeutend verhängnisvoller aufträten als dort, wo die Zuckerrüben unter geeigneten Vorbedingungen ständen.

Dieser Einfluß des Bodens kann sich nach zwei Richtungen auswirken, einmal in der Entwicklung der Pflanze, zum anderen in derjenigen des Parasiten. Auf ihr nicht zusagendem Boden wird die Pflanze leicht in ihrer Entwicklung gehemmt und kann schließlich in den Zustand abnormer Prädisposition geraten, in dem der Angriff von Parasiten dann besonders gefährlich wird. Wille[2]) berichtet, daß schwächliche und nicht normal entwickelte Pflanzen leichter und stärker an der Wanzenkräuselkrankheit erkrankten als völlig gesunde, und Holdefleiß[1]) beobachtete, daß Rüben, die einen kräftigen Stand zeigten, keine wirksame Schädigung ihres Wachstums erkennen ließen, obwohl ihre Blätter durch *Cassida nebulosa* stark durchlöchert waren. Andererseits wissen wir aber auch, daß die Entwicklung vieler Parasiten stark vom Boden abhängig ist. So hat Wille[2]) gefunden, daß bindige Bodenbeschaffenheit durch rein äußerliche mechanische Umstände die Weiterverbreitung von *Piesma quadrata Fieb.* hindert. Die physikalische Beschaffenheit des Erdbodens entscheidet über das Auftreten der Rübenblattwanze. Schwere Böden sind wanzenfrei, auf leichteren breitet sie sich aus. Wille glaubt daraufhin, mit großer Wahrscheinlichkeit sagen zu können, daß die Rübenblattwanze schwerlich in Schwarzerde- und Lößlandschaften als Großschädling eindringen wird, demnach die wichtigsten deutschen Rübenbaugebiete von der Wanze frei bleiben werden. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Rübenaaskäfern, sie bevorzugen nach allgemeiner Auffassung leichtere Böden[3]). Weber[4]) meint, das Übergreifen der Plage auf Gebiete, in denen der Käfer entweder unbekannt oder nur von geringem Schaden gewesen war, stehe vielleicht damit in Zusammenhang, daß mit der zunehmenden Intensivierung der deutschen Landwirtschaft der deutsche Rübenbau bei uns mehr und mehr auf leichte Böden ausgedehnt werde. Dadurch werde der Käfer mit seiner Lieblingsfutterpflanze in Gegenden gelockt, welche seinen Lebensverhältnissen besonders günstig seien, die aber der Zuckerrübe schon unter normalen Verhältnissen ein wenig gutes Fortkommen böten. Im Zusammenwirken setzten beide Faktoren der Ausdehnung des Zuckerrübenbaus auf geringere Böden eine natürliche Grenze. Auch zur Bekämpfung von *Pegomyia hyoscyami Pz.* sehen Blunck und Kaufmann[5]) in dem Anbau der Rüben nur auf wirklich rübenfähigem Boden eine wichtige Maßnahme.

In ähnlicher Weise scheint nach neueren Beobachtungen der Klee durch das Auftreten des Kleekrebses gefährdet zu sein, wenn er auf ihm nicht zusagendem Boden gebaut wird.

---

[1]) Holdefleiß, P., Erhöhte Wirkung von Insektenschäden an Zuckerrüben bei Phosphorsäuremangel. Superphosphat **6**, 1930, 195, 196.

[2]) Wille, J., Die Rübenblattwanze, *Piesma quadrata Fieb.* Berlin 1929, 90, 71.

[3]) Schnauer, W., Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen. Ztschr. f. angew. Entomologie **15**, 1929, 574.

[4]) Weber, E., Das Massenauftreten der Rübenaaskäfer im Deutschen Reich im Jahre 1925. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **15**, 1928, 226.

[5]) Blunck, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege und ihre Bekämpfung. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 117, 1931.

Sclerotinia trifoliorum Eriks. kommt in Deutschland überall vor[1]). Es hat aber den Anschein, als ob der Klee dem Parasiten um so leichter erliegt, je weniger der Boden für ersteren geeignet ist[2]). Das gilt insbesondere von locker gelagertem Boden[3]). Becker[4]) bezeichnet starken Krebsbefall geradezu als eine Konstitutionskrankheit des Klees. In dem Maße, in dem dieser im Gedeihen gehemmt wird, werde der Kleekrebs in seiner Entwicklung gefördert.

Für den Waldbau hat v. Hopffgarten[5]) die Abhängigkeit des Auftretens von *Trametes radiciperda* auf Kiefer und Fichte, das sich häufig auch im Gefolge der bereits erwähnten „Ackersterbe" zeigt, von der Bodenart nachgewiesen.

Seiner Überzeugung nach sind die Bestände auf Löß, Lößlehm und allen Böden, die in stärkerem Maße durch ursprüngliche Überlagerung von Lößlehm beeinflußt sind, für Rotfäule „disponiert". Unter solchen Verhältnissen ist es eine Rentabilitätsfrage, ob trotz des drohenden Schadens der Anbau von Nadelholz zu empfehlen ist oder ob es nicht ratsamer ist, zunächst durch Anpflanzung tief wurzelnder, bodenbeschattender Laubhölzer eine günstigere physikalische Bodenstruktur wiederherzustellen, eine Maßnahme, die schon in den später zu besprechenden Abschnitt der Bodenverbesserung gehört.

Das vielleicht eindrucksvollste Beispiel für die Möglichkeit, durch Berücksichtigung der Bodenverhältnisse dem Auftreten von Schädlingen vorzubeugen, stellen die sogenannten „Immunsande" dar.

1868 machte Silvain Espitalier[6]) die Beobachtung, daß sich das Absterben von Reben, das durch Rebläuse verursacht wurde, ohne daß freilich damals schon die Ursache erkannt war, durch Auffahren von Sand zum Verschwinden bringen ließ. Nach Entdeckung der Einschleppung der Reblaus in das Rhonetal zwei Jahre später pflanzte er in großem Umfang frische Reben in Sand an mit dem Erfolg, daß in fünf Jahren von 350000 Stöcken nur 1000 eingingen. Späterhin wurden in verschiedenen anderen Weinbaugebieten mit abwechselndem Ton- und Sandboden Reblausherde nur dort gefunden, wo Ton anstand oder nur von einer dünnen Sandschicht bedeckt war. Diese Erkenntnis gewährt die Möglichkeit, Europäerrebenbau auch in solchen Gebieten beizubehalten, in welche die Reblaus eingeschleppt ist, und darüber hinaus der Wirtschaft Gebiete zuzuführen, die sich für keine andere Kultur eignen.

Schließlich sei noch auf die Brennfleckenkrankheit der Bohnen hingewiesen.

Schaffnit und Böning[7]) warnen davor, schwere Böden mit zu hohem Grundwasserstand, die Bohnen an sich nicht zuträglich seien, zu ihrer Kultur heranzuziehen, da andernfalls dem Befall durch *Gloeosporium Lindemuthianum* Vorschub geleistet werde. Diesem könne man weiterhin auch durch Berücksichtigung der örtlichen Lage der Anbaufläche entgegenarbeiten.

---

[1]) Pape, H., Beiträge zur Biologie und Bekämpfung des Kleekrebses *(Sclerotinia trifoliorum Erichss.)* Arb. Biolog. Reichsanst. 1937, **22**, 159—247.

[2]) Pape, H., Das Auswintern des Klees. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **47**, 1931, 258.

[3]) Pape, H., Der Kleekrebs, seine Gefahren und seine Bekämpfung. Mitt. f. d. Landwirtschaft **59**, 1944, 800.

[4]) Becker, Beobachtungen über den Kleekrebs im Frühjahr 1925. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **44**, 1929, 730.

[5]) Hopffgarten, E. H. v., Beiträge zur Kenntnis der Stockfäule *(Trametes radiciperda)*. Phytopath. Ztschr. **6**, 1933, 41.

[6]) Nach Dewitz, J., Die Immunsande. Landw. Jahrb. **53**, 1919, 436.

[7]) Schaffnit, E. und Böning, K., Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankheiten u. d. Immunität im Pflanzenreich. I. Mitt. 1925, 180.

γ) Örtliche Lage

Gerade die sorgfältige Beachtung der örtlichen Lage bietet mancherlei Möglichkeiten, dem Auftreten von Pflanzenkrankheiten vorzubeugen. Es ist bekannt, daß die Standortsfaktoren unter bestimmten Bedingungen einschneidende Änderungen erfahren können. Dabei ist besonders bedeutungsvoll die Veränderung des Klimas, wenn auch die innige Wechselwirkung von Klima und Boden gerade auf kleinstem Raum sehr deutlich in die Erscheinung tritt. Aereboe[1]) spricht von Besonderheiten des Lokalklimas.

Darunter versteht er z. B. besondere Hagelgefahr, veranlaßt durch einen in der Nähe gelegenen Höhenzug, besondere Gefahr des Eintretens von Spätfrösten und Frühfrösten, veranlaßt durch große benachbarte Moore oder ähnliches, besondere Gefahr des Auswinterns des Getreides an Bergabhängen, besondere Gefahr des Befalls mit Pflanzenkrankheiten in schmalen Tälern, zwischen Wäldern und vieles andere. Hülsenberg[2]) beobachtete bei einer durch Wald führenden Süßkirschenallee innerhalb des Waldes starken Befall durch *Monilia cinerea*, während die Bäume außerhalb des Waldes vollkommen gesund waren. Die Erforschung dieser klimatischen Besonderheiten gehört zu dem Aufgabenkreis der „orographischen Mikroklimatologie", wie Geiger[3]) diesen Zweig der Mikroklimatologie nennt. Es handelt sich dabei um Erscheinungen, welche teils durch die Oberflächenform der Erde, teils durch die Art der Oberfläche hervorgerufen werden. Im allgemeinen vertikal übereinander gelagerte Klimaunterschiede können sich unter bestimmten Bedingungen horizontal nebeneinander anordnen, oder es kann auch ohne Umlagerung zur Ausbildung von horizontal nebeneinander bestehenden Mikroklimaten an Ort und Stelle kommen. Geiger hat diese Verhältnisse im einzelnen ausführlich erläutert.

Auf die Vermeidung von Spät- und Frühfrostschäden durch Standortsberücksichtigung braucht hier nur kurz hingewiesen zu werden. Man hat nicht mit Unrecht gesagt: „Die beste Zeit, um das Obst vor Frost zu schützen, ist die Zeit, da der Obstgarten angelegt wird"[3]). Sind die „Kälteinseln", „Frostlöcher", „Kälteseen" oder, wie die örtliche Ausbildung von Gebieten relativ niedriger Temperatur noch genannt werden mag, bekannt, so bleibt in der Mehrzahl der Fälle keine andere Maßnahme, als sich durch richtige Arten- bzw. Sortenwahl diesen klimatischen Besonderheiten nach Möglichkeit anzupassen, es sei denn, daß es durch Meliorationen gelingt, die Frostgefahr zu beheben. Für besonders hochwertige Kulturen kann man auch zu dem im nächsten Abschnitt zu besprechenden künstlichen Frostschutz greifen.

Neben der Temperatur ist unter den Besonderheiten des Lokalklimas von entscheidender Bedeutung die Feuchtigkeit, sei es des Bodens, sei es der Luft, die beide wieder in enger Beziehung zueinander und vor allem zu der Temperatur stehen. Bekanntlich begünstigt im allgemeinen hohe Luftfeuchtigkeit bei entsprechender Temperatur die Entwicklung von Pilzen. Bei der Bebauung von Örtlichkeiten, welche derartige Bedingungen bieten, wird man deshalb nach Möglichkeit darauf Rücksicht zu nehmen haben. Es ließe sich hierfür eine Fülle

---

[1]) Aereboe, F., Die Beurteilung von Landgütern und Grundstücken. 2. Aufl. Berlin 1921, S. 126.

[2]) Hülsenberg, H., schriftliche Mitteilung.

[3]) Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1927, S. 4; 2. Auflage. Braunschweig 1942, S. 370.

von Beispielen anführen. Viele von diesen werden sich aber nur verhältnismäßig selten in die Wirklichkeit umsetzen lassen.

Wenn wir wissen, daß das Auftreten des Getreiderostes oder des Mutterkorns durch feuchte tiefe Lagen begünstigt wird, so wird sich trotzdem der Anbau des Getreides unter solchen Verhältnissen häufig nicht umgehen lassen. Ähnlich wird es der Forderung Prjanischnikows[1]) gehen, Kartoffeln auf möglichst hoch und trocken gelegenen Feldern anzubauen, um dem Auftreten von *Phytophthora infestans* vorzubeugen. Anders liegen aber die Dinge, sobald es sich um speziellere Kulturen handelt. So treten Schaffnit und Böning[2]) dafür ein, geschlossene Tallagen nach Möglichkeit nicht für den Anbau von *Phaseolus*-Arten zu wählen, da hier *Gloeosporium Lindemuthianum* die geeigneten Entwicklungsbedingungen finde, während sonnige und luftige Lagen der Entwicklung des Pilzes hinderlich seien und die Ausbreitung der Krankheit bei eintretender trockener Witterung rasch zum Stillstand kommen ließen. Appel[3]) empfiehlt aus dem gleichen Grunde zur Heranzucht gesunden Samens den Anbau auf den Kämmen von Spargelbeeten. Prochaska[4]) warnt unter gleichartigen Bedingungen vor dem Anbau von Mohn, der dort durch das Auftreten von *Peronospora arborescens* gefährdet sei, und Kotte[5]) vor dem von Endivie, soweit sich die von ihm neuentdeckte, eine Blattfäule verursachende *Pseudomonas endiviae* bemerkbar gemacht hat. Hohe Luftfeuchtigkeit kann naturgemäß auch durch geschlossene Lage zwischen Bäumen gefördert werden. Deshalb rät Böning[6]), Tabak nicht auf Äckern am Waldrand oder im Walde anzubauen, überhaupt alle Standorte im Schatten von Bäumen zu vermeiden, da er hier leicht von der Brennfleckenkrankheit und der Wildfeuerkrankheit befallen werde. Aus dem Gebiet des Obstbaus, für dessen Erfolg die Berücksichtigung örtlicher Besonderheiten des Klimas geradezu eine entscheidende Voraussetzung ist, sei das Auftreten der verschiedenen *Fusicladium*-Arten erwähnt, das durch tiefe, feuchte, schattige, rauhe Lagen begünstigt wird und dem deshalb warme Südlagen am besten vorbeugen[7]). Für den Waldbau sei als Beispiel die Gefährdung der Lärche durch *Mycosphaerella laricina* und der Weißtanne durch *Acanthostigma parasiticum* genannt. Dem Auftreten beider Parasiten läßt sich durch den Anbau an luftigen, trockenen Standorten begegnen[8]).

Es wird später noch gezeigt werden, daß uns zur örtlichen Regelung der Luftfeuchtigkeit neben zweckentsprechender Standortsberücksichtigung in begrenztem Umfang noch andere Maßnahmen zur Verfügung stehen.

Erwähnt sei schließlich noch der Wind, der nicht nur indirekt durch Beeinflussung der Luftfeuchtigkeit auf das Auftreten von Parasiten einen Einfluß auszuüben vermag, sondern auch direkt durch Verschleppen derselben, so daß auch die Ausnutzung dieser Zusammenhänge in manchen Fällen der Erkrankung vorbeugen kann.

---

[1]) Prjanischnikow, D. N., Spezieller Pflanzenbau. Berlin 1930, S. 90.

[2]) Schaffnit, E. und Böning, K., Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankheiten u. d. Immunität im Pflanzenreich. I. Mitt. 1925, 180.

[3]) Appel, O., Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen und Erbsen. Kaiserl. Biolog. Anst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 60, 1917.

[4]) Prochaska, M., Beobachtungen über das Auftreten von *Peronospora arborescens* (Falscher Mehltau) auf *Papaver somniferum*. Fortschr. d. Landw. **3**, 1928, 166.

[5]) Kotte, W., Eine bakterielle Blattfäule der Endivie *(Cichorium endivia)*. Phytopath. Ztschr. **1**, 1930, 613.

[6]) Böning, K., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Krankheiten des Tabaks. Arb. Bayer. Landesanst. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **8**, 1929, 30.

[7]) Braun, K., Die *Fusicladium*- oder Schorfkrankheit. Biolog. Reichanst. f. Land- und Forstw. Flugbl. Nr. 1, 1931.

[8]) Dieses Handbuch Bd. I, 5. Aufl. Berlin 1924, S. 594, 616.

Gassner[1]) macht darauf aufmerksam, daß der Anbau von Getreide an windgeschützten Stellen einen gewissen Schutz gegen heranfliegende Rostsporen gewähre und führt als Beweis dafür das durch Klebahn[2]) bekannt gewordene, von Halsted mitgeteilte Beispiel eines Vorkommens von *Puccinia asparagi* an. Dieser Rost trat auf abgeschnittenem und dann nachgewachsenem Spargel neben einem stark infizierten Felde nur auf der dem Felde zugekehrten Seite der Pflanzen auf und auch dort nicht, wo ein dazwischenstehendes Haus das Zuwehen der Sporen hinderte.

Bremer und Kaufmann[3]) haben die Abhängigkeit der Rübenfliege vom Winde näher untersucht. Waldstücke, Hecken, Maisfelder u. a. sind natürliche Barrieren für *Pegomyia hyoscyami*, und zwar steht der Umfang der durch sie geschützten Zone des Windschattengebietes in einem gewissen Verhältnis zu ihrer Höhe. Im Gegensatz dazu erweisen sich gelegentlich aber auch windoffene Höhen als ziemlich befallsfrei, während die dahinter gelegenen Hänge stärker befallen sind. Die Erklärung ist darin zu suchen, daß die Masse der Rübenfliegen bei der Verschleppung durch den Wind über Windschattenstellen weggetragen wird und diese infolgedessen frei bleiben. An besonders stark dem Winde ausgesetzten Stellen vermögen sich die Fliegen aber nicht zu halten und werden von dort weiter getragen, so daß auch derartige Örtlichkeiten verhältnismäßig befallsfrei sind.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse offenbar bei *Myzodes persicae*[4]). Auf der einen Seite werden windausgesetzte Flächen als besonders geeignet für den Pflanzkartoffelbau bezeichnet. Auf der anderen Seite haben sich waldeingeschlossene und auch durch Wald und Berghang nach Westen abgeschirmte Lagen im Siegerland besser als einige 100 m höhere freie Lagen bewährt. Im ersten Fall wird den Läusen die Besiedlung der Kartoffelfelder durch den Wind verleidet, in dem anderen ihnen der Zuflug durch Isolierung der Bestände erschwert.

Im einzelnen sind diese vielartigen Beziehungen noch wenig geklärt. Es braucht nur an das Klima der bodennahen Luftschicht erinnert zu werden, dessen Einfluß auf die Entwicklung von Pflanzenkrankheiten man erst in neuester Zeit systematisch nachzugehen sucht. Andererseits zeigen die Betrachtungen über Standortsberücksichtigung aber eindeutig, daß wir der Erkrankung unserer Kulturpflanzen um so wirkungsvoller vorbeugen können, je besser es uns gelingt, einerseits die jeweiligen Standortsbedingungen mit den Ansprüchen der Pflanzen in Einklang zu bringen und dadurch ihre abnorme Prädisposition zu verhindern, andererseits Standortsbedingungen zu vermeiden, die für die Entwicklung ihrer Parasiten günstig sind. Standortsberücksichtigung mit dieser Zielsetzung darf nicht die einzige hygienische Maßnahme bleiben; sie muß aber die Grundlage der Pflanzenhygiene bilden. Auf ihr haben alle anderen, zu ihrer Ergänzung und Vervollständigung unerläßlichen Kulturmaßnahmen der Hygiene aufzubauen; diese sollen nunmehr besprochen werden.

b) Standortsverbesserung

Daß hygienische Standortsberücksichtigung allein zur Erreichung des ihr gesteckten Zieles nicht ausreichen kann, wird ohne weiteres klar, wenn man sich des

---

[1]) Gassner, G., Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanze und von äußeren Faktoren. Zentralbl. f. Bakteriologie II. **44**, 1916, 614.

[2]) Klebahn, H., Die wirtswechselnden Rostpilze. Berlin 1904, S. 19.

[3]) Bremer, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami Pz.* Berlin 1931, S. 77.

[4]) Schuster, O., Der Pflanzkartoffelbau. Hannover 1946, S. 38.

früheren Hinweises erinnert, daß ein ursprünglich den Anforderungen der Pflanze entsprechender Standort durch Witterungseinflüsse wie durch fortgesetzte Inanspruchnahme für die Pflanzenkultur dieser nachteilige Veränderungen erleiden kann, deren Beseitigung fortlaufend anzustreben ist. Dazu kommt, daß lediglich eine Ausnutzung der gegebenen Standortsbedingungen nicht befriedigen kann, sobald diese Mängel aufweisen, deren Behebung technisch und wirtschaftlich möglich ist. Hierbei handelt es sich um einmalige Maßnahmen, die einer dauernden Standortsverbesserung dienen, so daß die Standortsberücksichtigung und die sie ergänzenden fortlaufenden Verbesserungsmaßnahmen gewissermaßen auf einer höheren Stufe einsetzen können.

1. Klimaverbesserung

Das Klima gestattet, wie schon früher betont, nur in sehr engen Grenzen eine Verbesserung. Im großen und ganzen muß es als gegeben hingenommen werden. Von den klimatischen Faktoren kann in erster Linie eine Änderung der Temperatur in den durch Frostschäden, namentlich durch Spätfröste bedrohten Gebieten angestrebt werden.

Eine dauernde Verbesserung des Klimas durch Erhöhung der Temperatur mit Hilfe von einmaligen Maßnahmen kommt nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen und nach genauer Kenntnis der örtlichen Bedingungen in Betracht. Diese können bekanntlich im Rahmen der allgemeinen für das Auftreten von Spätfrösten erforderlichen Wetterlage die Froststärke beträchtlich erhöhen. Alles, was eine starke Ausstrahlung bei Nacht begünstigt und so lokal Kälte erzeugend wirkt, was eine Wärmezufuhr aus den tieferen Bodenschichten verhindert und was ein Verbleiben der Kaltluft an Ort und Stelle begünstigt, steigert die Frostgefahr. Ausstrahlung und Wärmenachschub stehen in einer gewissen Beziehung zueinander. Erstere ist um so wirksamer, der Temperaturabfall um so größer, je weiter das Verhältnis der Oberflächengröße zu dem für den Nachschub verfügbaren Bodenvolumen ist und je geringer die Wärmekapazität des letzteren ist. Die wegen der Frostgefahr gefürchteten Moore lassen diese Beziehungen sehr deutlich erkennen.

Frosterhöhend wirkt bei ihnen in erster Linie die organische Struktur des Bodens, die ihm eine geringe Wärmeleitfähigkeit gibt, die tiefe Lage und bei Nacht die dunkle Farbe, frostmildernd der hohe Wassergehalt und tagsüber die dunkle Farbe.

Brüne[1]) bezeichnet deshalb auch als wichtigste frostverhütende Maßnahme auf Moorboden eine vorsichtige Grundwasserregelung, weil es auf den am stärksten entwässerten Hochmoorflächen — Niederungsmoorflächen dürften sich nach dem Autor grundsätzlich kaum anders verhalten — am leichtesten zur Frostbildung kommt. In einem gewissen Gegensatz dazu scheint es zu stehen, wenn Aereboe[1]) sagt, die Hauptgründe für das allgemeine Nachlassen der Spätfrostschäden bei fortschreitender Kultur lägen in den Fortschritten, welche die Entwässerung von Mooren, Sümpfen, nassen Acker- und Wiesenländereien mache.

---

[1]) Brüne, F., Grundsätze für die Regelung des Wasserhaushalts in Moorböden. Die neuzeitliche Moorkultur. 1929. Heft 2, 4.

[1]) Aereboe, F., Landwirtschaftliche Betriebslehre. 5. Aufl. Berlin 1920, S. 447.

Staudacher[1]) meint für den Waldbau, es sei nicht zu bezweifeln, daß ein frischer oder gar nasser Boden eine ungleich größere Frostgefahr in sich schließe als ein trockener Boden, andererseits scheine aber doch in der Praxis die frostbegünstigende Wirkung der Bodenfeuchtigkeit häufig überschätzt zu werden. Staudacher spricht geradezu von einer starken Verschleierung der Auswirkung nasser oder sumpfiger Böden hinsichtlich ihrer Frostgefährlichkeit. Nur zu oft werde der Bodennässe zu Unrecht fremdes Verschulden beigemessen. In Wirklichkeit handele es sich meist um sog. „Grasfrost" und „Muldenfrost".

Nicht die Entwässerung schlechthin wird man deshalb als frostverhütende Maßnahme bezeichnen dürfen, sondern die den jeweiligen Verhältnissen entsprechende Regelung des Wasserhaushaltes. Damit wird man in gewissem Grade auch zur Milderung des Gras- und Muldenfrostes beitragen können.

Ersterer kommt weniger durch die große wärmestrahlende Oberfläche der Gräser bei gleichzeitig durch ihren Bau unbehinderter Luftbewegung in lotrechter Richtung zustande, als durch die hohe Verdunstung und den dadurch bedingten Wärmeverlust bei der gleichzeitig schlecht wärmeleitenden Unterlage von abgestorbenen Pflanzenresten[1]). Die Gefahr des Grasfrostes steigt daher mit zunehmender Ausdehnung der Grasflächen, mit vermehrter Üppigkeit des Graswuchses und vor allem mit zunehmender, als Isolierung wirkender Verfilzung. Derartige verfilzte Grasdecken sind nach Geiger[2]) noch schlimmere Frostherde als die Moore. Sie werden namentlich jungen Forstkulturen gefährlich. Ihre Beseitigung hat durch Maßnahmen gegen den Graswuchs zu geschehen, wie sie Staudacher[1]) anführt.

Von wesentlich größerer Bedeutung noch ist der Muldenfrost, der durch das Einfließen kalter und deshalb schwerer Luft nach abflußlosen Einsenkungen entsteht. Wir kommen damit zu denjenigen örtlichen Bedingungen, die ein Verbleiben der Kaltluft am Ort der Entstehung begünstigen. Geiger[2]) erklärt die Erscheinung des Muldenfrostes ganz allgemein in folgender Weise: „Alle konkaven Geländegebiete sind relativ kalt, alle konvexen relativ warm, weil die Kaltluft von letzteren zu ersteren abströmt."

In den Mulden sammelt sich deshalb nicht nur die an Ort und Stelle erzeugte Kaltluft, sie erhalten außerdem auch den Zustrom von Kaltluftmassen aus der Umgebung, so daß das Ausmaß der Frostschädigung in Mulden am größten ist und dort die Temperatur tiefer absinkt, als den Ausstrahlungsbedingungen der Mulde entspricht.

Der Verhütung des Muldenfrostes dienen alle diejenigen Maßnahmen, die geeignet sind, die kalte Luft von dem zu schützenden Ort fernzuhalten. Für ihre Durchführung ist die genaue Kenntnis des „Frosteinzugsgebiets" wichtig.

Darunter versteht Staudacher[1]) in Parallele zu dem Wassereinzugsgebiet das gesamte Gebiet, aus welchem die Kaltluftmassen zu einem bestimmten Punkt ungehindert zusammenströmen können. Gestalt und Umfang dieses Gebietes sind nun durch Maßnahmen der erwähnten Art regulierbar. Schädliche Frostwirkungen an anderen Stellen, die früher wenig unter Frost litten, führt Staudacher in den meisten Fällen auf unbeabsichtigte Vergrößerung des Einzugsgebietes zurück. Umgekehrt kann dieses durch geeignete Maßnahmen auch verkleinert werden. Eine Ablenkung des Luftstroms kann durch Hindernisse der verschiedensten Art bewirkt werden. Dabei ist stets zu beachten, daß solche in der Richtung des Luftstroms stets

---

[1]) Staudacher, Die Frostschäden im Forstbetrieb, deren Ursachen und Bekämpfung. Forstwiss. Zentralblatt **46**, 1924, 63, 65; 100—101; 59.

[2]) Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschichten. 2. Aufl. Braunschweig 1942, S. 368; 1. Aufl. Braunschweig 1927, S. 190; 193.

ein Anstauen dieses und damit die Bildung eines Kältesees zur Folge haben. Während das Gelände hinter dem Hindernis also erhöhten Frostschutz erfährt, wird für das vor ihm liegende die Frostgefahr erhöht. Kann es in dem einen Fall richtig sein, Hindernisse zu errichten, so kann es in dem anderen gerade auf ihre Beseitigung ankommen. Als Abflußmöglichkeit für die kalte Luft kann schon das Durchbrechen einer Mauer, die Unterführung durch einen Bahndamm genügen. Umgekehrt veranlaßt unter Umständen schon das Anpflanzen von Hecken am oberen Rande eines Weinberges die Kaltluft zum Ausweichen. Über einen interessanten Versuch zur Abriegelung kalter Fallwinde berichtet Keßler[1]). Durch Anbau eines 10 m breiten Fichtenstreifens am oberen Rande eines Weinberges ist in diesem ein wirksamer Frostschutz erreicht worden.

Alle diese Maßnahmen zur Verhütung der Frostschäden haben den Vorteil, daß sie nur einmal durchzuführen sind und zu einer mehr oder weniger dauernden Verbesserung des Klimas führen. In vielen Fällen werden sie aber nicht ausreichen oder auf Schwierigkeiten stoßen und durch fortlaufend wiederholte Maßnahmen ergänzt oder ersetzt werden müssen. Diese letzteren sollen als künstlicher Frostschutz zusammengefaßt werden. Dabei kann man zwei Wege einschlagen, indem man entweder die natürlich vorhandene Wärme zu erhalten oder Wärme zuzuführen sucht.

Dem ersteren Zweck dient die Verhinderung oder Herabsetzung der nächtlichen Wärmeausstrahlung. Darunter wird die Differenz zwischen der Ausstrahlung der Erdoberfläche und der Gegenstrahlung der Atmosphäre verstanden. Dies kann durch Verringerung der ausstrahlenden Oberfläche oder durch ihre Bedeckung mit einem künstlichen Schutz erreicht werden. Dabei darf man die Oberfläche nicht nur auf den nackten Boden beziehen, sondern muß sie mit Woeikof[2]) ausdehnen auf „diejenige Oberfläche, welche die Sonnenstrahlen direkt empfängt und direkt Wärme nach dem interplanetaren Raume ausstrahlt". Woeikof spricht demgemäß von der „äußeren tätigen Oberfläche". Da die Ausstrahlung naturgemäß mit der Größe der Oberfläche wächst, wird ihre Herabsetzung durch Verringerung der Oberfläche anzustreben sein.

Deshalb wird beispielsweise das Festwalzen von zu lockerem Boden empfohlen, das gleichzeitig durch Förderung seiner Kapillarität die Wärmezuführung aus tieferen Bodenschichten erhöhen soll. Kessler[3]) empfiehlt weiter, frostgefährdete Ländereien im Frühjahr vor den anderen von dem die Oberfläche vergrößernden Unkraut zu reinigen, so daß zur Zeit des Eintritts der Fröste sich unter den Kulturpflanzen vegetationsfreier Boden befindet. Wertvoll sind in diesem Zusammenhang Untersuchungen von Young[4]), der feststellen konnte, daß der in den Orangengärten von Kalifornien zur Bodenverbesserung übliche Anbau von Futterpflanzen unter den Obstbäumen frosterhöhend wirkt, weil die Vergrößerung der äußeren tätigen Oberfläche die Ausstrahlung erhöht. Allerdings bestehen zwischen den Vegetationsarten in dieser Hinsicht Unterschiede, auf die Staudacher[5]) aufmerksam gemacht hat,

---

[1]) Kessler, O. W., Der Stand der Frostbekämpfungsversuche im Frühjahr 1930. D. deutsche Weinbau 1930, 199.

[2]) Woeikof, A., Probleme der Bodentemperatur. Meteor. Ztschr. **21**, 1904, 50—62.

[3]) Kessler, O. W., Zur Frage der Bekämpfung der Schadenfröste. Obst- und Gemüsebau **76**, 1930, 82.

[4]) Young, F. D., Influence of cover crops on orchard temperatures. A further study of the relation between cover crops and orchard temperatures. Monthly Weather Review **50**, 1922, 521—526; **53**, 1925, 387—391.

[5]) Staudacher, Die Frostschäden im Forstbetrieb, deren Ursache und Bekämpfung. Forstwiss. Zentralbl. **46**, 1924, 3.

je nachdem ob es sich um vorwiegend flächige, horizontal liegende oder um vorwiegend vertikal gestellte Pflanzenteile handelt.

Für die Herabsetzung der Oberflächenausstrahlung durch eine Deckschicht kommen die verschiedensten Materialien in Frage. Dabei können entweder der Boden allein oder die Pflanze allein oder beide gemeinsam gegen zu starke Ausstrahlung geschützt werden. Als Schutzmittel sind in der Hauptsache Erde, Stroh, Rohr, Reisig, Papier, Tuch, Holz und Glas zu nennen.

Auf die mannigfaltige Art ihrer Verwendung kann im einzelnen hier nicht eingegangen werden; darüber gibt eine umfangreiche Spezialliteratur Aufschluß[1]). Wesentlich ist der Hinweis Geigers[2]), daß bei festen Bedeckungen ein Schutz nur dann möglich ist, wenn die Bedeckung ein schlechterer Wärmestrahler ist als der Erdboden bzw. die zu schützende Pflanze. Geiger erwähnt einen Fall, in dem über frostempfindliche Pflanzen alte, schon rostende Konservenbüchsen gestülpt wurden. Die Folge war, daß, während die unbedeckten Pflanzen keine Schädigungen erlitten, die bedeckten erfroren, da die vom Rost rauhe Metalloberfläche den denkbar besten Wärmestrahler bildete und infolgedessen die Temperatur der Metallbüchsen, welche sich dem von der Büchse eingeschlossenen Luftraum mitteilte, wesentlich unter diejenige der Umgebung herabsank.

Statt fester Bedeckungsmittel lassen sich auch Wasser und künstliche Entwicklung von Rauch und Nebel zur Verringerung der Ausstrahlung verwenden.

Das Überfluten wird von den Preißelbeerpflanzern in Massachusetts, New Yersey und Wisconsin als Frostschutz benutzt, wobei die Höhe des Wasserspiegels sich nach der Stärke des Frostes richtet[3]). Hiltner[4]) empfiehlt zum Schutz gegen Spätfröste das Überrieseln bewässerbarer Wiesen. Das Überfluten ist naturgemäß nur bei Kulturen anwendbar, welche durch das Wasser keinen Schaden erleiden.Auch die Beregnung kann zum Frostschutz herangezogen werden, wobei die Frage, bis zu welchen Frostgraden sie noch wirksam ist, weiterer Klärung bedarf[1]).

Wesentlich größere Bedeutung hat die künstliche Entwicklung von Nebel und Rauch. Nebel ist ein disperses Gebilde, dessen Dispersionsmittel gasförmig, dessen disperse Phase flüssig ist; Rauch ist ein Nebel, dessen Teilchen fest sind[5]). Beide zeigen in ihrem Verhalten nur geringe Verschiedenheit, so daß ihre scharfe Scheidung in diesem Zusammenhang überflüssig erscheint. Kessler und Kaempfert[1]) fassen beide zusammen als Frostschadenverhütung durch Ausstrahlungsschutz unter festen und flüssigen Lufttrübungen. Nebel und Rauch sollen als Ersatz für die in der Frostnacht fehlende Wolkendecke dienen. Die Wirkung derartiger künstlicher Wolkendecken ist erst wenig geklärt.

Von einer Erörterung des sehr verwickelten Problems der nächtlichen Wärmestrahlung muß hier natürlich abgesehen werden. Das Maß für die nächtliche Abkühlung der Erdoberfläche wird gegeben durch die effektive Ausstrahlung. Diese wird zunächst bestimmt durch die Mächtigkeit der über dem Beobachtungspunkt liegenden Atmosphäre, durch die Temperatur und durch die absolute Feuchtigkeit[2]). Wasserdampf absorbiert in hohem Maße die von der Erde ausgehenden dunklen Wärmestrahlen, so daß bei hinreichendem Wasserdampfgehalt der Luft die von der

[1]) Kessler, O. W. u. Kaempfert, W., Die Frostschadenverhütung. Berlin 1940.
[2]) Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1927, S. 213; 39.
[3]) Young, F. D., Frost and the prevention of frost damage. U. S. Dep. Agricult. Farm. Bul. Nr. 1588, 1929, 12.
[4]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 43.
[5]) Freundlich, H., Kapillarchemie. 2. Aufl. Leipzig 1922, S. 1061.

Erdoberfläche ausstrahlende Wärme nicht in den Weltenraum hinausgestrahlt, sondern großenteils vom Wasserdampf absorbiert und teilweise wieder zurückgestrahlt wird. Die effektive Ausstrahlung geht weiter zurück, sobald der Himmel sich bewölkt, wobei sowohl der Grad der Himmelsbedeckung als auch die Art der Bewölkung maßgebend ist. Ähnliche Verhältnisse vermuten Lüstner und Molz[1]) bei den künstlichen Rauchwolken, deren Rußteilchen in hohem Maße Wärme absorbieren und ausstrahlen. Kessler[2]) meint aber noch 1928: „Wir können bei einigen Faktoren uns theoretische Erklärungen für die Wirkung der Schutzdecke wohl geben, wir können jedoch ohne sehr schwierige Versuche den Einfluß der einzelnen Faktoren, nämlich der gasförmigen und festen Bestandteile sowie der Verbrennungswärme selbst auch nicht annähernd abschätzen."

Versuche mit künstlichen Nebeln, wie sie im Kriege zur Anwendung gelangten, sind zunächst in Amerika durchgeführt worden.

Young[3]) berichtet, es sei erwiesen, daß derartige Nebel praktisch keinen Schutz gegen Frostschäden bieten. Geiger[4]) führt diesen Mißerfolg auf ihren Mangel an Wasserdampf zurück. Im Einklang damit steht die Auffassung von Schmidt[5]), daß in den chemisch erzeugten Nebeln nicht etwa neuer Wasserdampf zugeführt wird, sondern nur eine Bindung des an Ort und Stelle vorhandenen an die einzelnen chemischen Kerne stattfindet. Kessler[2]) macht für die Wirkungslosigkeit das Fehlen der „Schutzdeckenwirkung" verantwortlich, wie er sie den Rußteilchen zuschreibt.

Besondere Aufmerksamkeit hat man in neuerer Zeit Nebeln zugewandt, die durch Lösung von Schwefeltrioxyd in Chlorsulfonsäure erzeugt werden. Hilgendorff[6]) glaubt, daß bei Verwendung derartiger Säurenebel zum Frostschutz immer mit einer Gefährdung der Pflanzen zu rechnen sein wird, während Wegeleben[7]) die Aussichten des Verfahrens wesentlich günstiger beurteilt. Kessler und Kaempfert[8]) gehen auf die Frage der schädlichen Nebenwirkungen nicht ein, sondern betonen nur die durch alle Lufttrübungsverfahren erzielte Herabsetzung der effektiven Ausstrahlung, weisen aber darauf hin, daß alle diese Verfahren im gebirgigen Gelände mehr oder weniger versagen müssen.

Die künstliche Rauchentwicklung, das eigentliche Frosträuchern, bildet die letzte derjenigen Maßnahmen, durch die man die natürlich vorhandene Wärme zu erhalten sucht.

Vermutlich ist die Wirkung des Frosträucherns freilich nicht allein auf die Erhaltung der Wärme beschränkt, vielmehr wird auch eine Zuführung von Wärme erfolgen, indem die Luft durch die Feuerstätten erwärmt wird. Bis mehr als 50% der dem Material eigenen Verbrennungswärme kann auf diese Weise als Wärme frei werden[8]). Wie die Verhältnisse im einzelnen liegen, ist noch wenig geklärt, so daß Kessler[2]) 1928 alle bislang durchgeführten Frosträucherversuche als Tastversuche

[1]) Lüstner, G. und Molz, E., Schutz der Weinrebe gegen Frühjahrsfröste. Stuttgart 1909, S. 65.

[2]) Kessler, O. W., Fröste und Frostbekämpfung im Weinbau. Mitt. Hess. Lehr- u. Versuchsanst. f. Wein- u. Obstbau. Heft 2, 1928, 34, 33, 29.

[3]) Young, F. D., Frost and the prevention of frost damage. U. S. Dep. Agricult. Farm. Bul. Nr. 1588, 1929, 12.

[4]) Geiger, R., Künstliche Frostbekämpfung. Wegweiser im Obst- u. Gartenbau **36**, 1928, 52.

[5]) Schmidt, W., Meteorologische Feldversuche über Frostabwehrmittel. Mitt. Hess. Lehr- u. Versuchsanst. f. Wein- u. Obstbau, Heft 4, 1929, 54.

[6]) Hilgendorff, Über die Verwendung von Säurenebeln im Pflanzenschutz. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **11**, 1931, 9—10.

[7]) Wegeleben, R., Nachtfrostverhütung durch künstliche Nebel. Deutsche Landw. Presse **59**, 1932, 93—94.

[8]) Kessler, O. W. u. Kaempfert, W., Die Frostschadenverhütung. Berlin 1940, S. 147/148.

mit gefühlsmäßiger Anwendung des Frosträucherrezeptes „Möglichst viel Rauch erzeugen" bezeichnet, ohne daß der Erfolg durch genaue Messungen nachgewiesen sei. Kessler und Kaempfert[1]) sehen aber doch die Hauptwirkung des Räucherns in der Herabsetzung der effektiven Ausstrahlung, die nach ihren Berechnungen von 0,12 auf 0,06 g cal/cm² zurückgehen kann, während bei den Nebelverfahren die chemische Wärme überhaupt ganz vernachlässigt werden kann. Die strahlungsmindernde Wirkung des Räucherns ist abhängig von der Art des Rauches. Schmidt[2]) hat bei Rauch von brennendem Teer eine Verminderung der Ausstrahlung um 30 bis 40%, bei solchem von Reisigfeuer, das mit feuchtem Pferdemist und ähnlichem gedämpft wurde, um 70—80% beobachten können. Erhöhung des Wasserdampfgehalts der Luft erhöht den Frostschutz, da Wasserdampf die von der Erde ausgehende langwellige Strahlung stark absorbiert[1]). Außer den schon erwähnten Materialien werden auch besondere Räuchermassen verwandt[3]).

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Maßnahmen des künstlichen Frostschutzes ist das Hauptziel des eigentlichen Frostheizens nicht die Erhaltung der vorhandenen Wärme, sondern die Zuführung neuer Wärme. Allerdings wird ebenso wie beim eigentlichen Frosträuchern das eine das andere nicht ausschließen, sondern eine mehr oder minder vereinigte Wirkung der Zuführung und Erhaltung von Wärme das Ergebnis sein, so daß eine reine Trennung von Frostheizen und Frosträuchern nicht in jedem Fall möglich ist.

Geiger[4]) bezeichnet geradezu das amerikanische „heater"-Verfahren als eine moderne Entwicklung des schon von den Römern betriebenen Frosträucherns. Er glaubt auch, daß die Wirkung weniger auf der unmittelbaren Wärmestrahlung des brennenden Öles bzw. des glühenden Metallgefäßes als auf der indirekten durch die Rauchwolken beruhe. Das dürfte aber kaum der Auffassung der Amerikaner entsprechen. Young[5]) bezeichnet gerade als Nachteil der wegen ihrer Billigkeit für das Heizen bevorzugten leeren Schmalzversandeimer (lard-pail heaters) die starke Rauchentwicklung; um sie zu vermeiden, bestehe immer wieder die Neigung, zu den teureren Metallöfen zu greifen. Er hat auch gemeinsam mit Kimball[6]) die frostschützende Wirkung des Rauches experimentell untersucht und ist dabei zu dem Ergebnis gekommen, daß der Rauch, wenn überhaupt, so doch nur sehr geringen Wert hat. Dementsprechend schreiben Schoonover und Brooks[7]) eindeutig lediglich der Hitze die Schutzwirkung zu. In ihren Versuchen haben sie es sich u. a. zur Aufgabe gemacht, das Frostheizen methodisch durch Verringerung der Rauchentwicklung zu verbessern. In Anlehnung an die amerikanische Auffassung fordert Löschnig[8]), daß auch bei uns der Heizeffekt in den Vordergrund gestellt werde; die Rauchentwicklung komme erst in zweiter Linie unterstützend in Frage. Schmidt[2]) dagegen vertritt den Standpunkt, daß das eigentliche Frostheizen schon aus rein wirt-

---

[1]) Kessler, O. W. u. Kaempfert, W., „Die Frostschadenverhütung. Berlin 1940. S. 147/148.

[2]) Schmidt, W., Meteorologische Feldversuche über Frostabwehrmittel. Mitt. Hess. Lehr- u. Versuchsanst. f. Wein- u. Obstbau, Heft 4, 1929, 53, 99.

[3]) Trappmann, W., Schädlingsbekämpfung. Leipzig 1927, S. 378.

[4]) Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1927, S. 222.

[5]) Young, F. D., Frost and the prevention of frost damage. U. S. Dep. Agricult. Farm. Bul. Nr. 1588, 1929, 21; 19—20.

[6]) Kimball, H. H. and Young, F. D., Smudging as a protection from frost. U. S. Monthly Weather Rev. **48**, 1920, 461—462.

[7]) Schoonover, W. und Brooks, F. A., The smokiness of oil burning orchard heaters. Agricult. Exp. Stat. Berkeley California Bul. 536, 1932, 1—66.

[8]) Löschnig, J., Frostschäden und Frostschutz in der Landwirtschaft mit besonderer Berücksichtigung des Weinbaus. Wien 1928, S. 66.

schaftlichen Gründen für uns keine Bedeutung habe. Als gebräuchlichstes Heizmaterial nennt Young[1]) Öle der verschiedensten Schwere, die nur einen möglichst geringen Wasser- und Asphaltgehalt haben müssen. Daneben werden verschiedene Koksarten, Steinkohlen, Briketts, Holz, ölgetränkte Holzspäne, gepreßtes Stroh und schließlich ein aus Kohlenstaub, Asphalt, Sägespänen und Salpeter gemischtes Produkt benutzt. Wichtig ist vor allem, daß nicht wenige große Feuer angezündet werden, sondern viele kleine, da Feuer einen starken vertikalen Luftstrom erzeugt, so daß die heiße Luft mehr oder weniger verloren geht und statt dessen die unerwünschte kalte Luft von den Seiten nachströmt. Auch in Deutschland sind Geländeheizversuche durchgeführt worden, bei denen entweder Öl in besonders konstruierten Öfen oder auch Braunkohlenbriketts verbrannt wurden[2]).

Erwähnt sei schließlich noch, daß man die Heranführung warmer Luft noch auf einem andern Weg versucht hat. Bekanntlich hat die über dem Boden liegende Kaltluftschicht meist nur eine geringe Höhe, während sie von warmer Luft überlagert wird. Man hat deshalb in Südkalifornien zahlreiche Maschinen gebaut, um die Warmluft herabzuholen und den Pflanzen zuzuleiten. Praktischer Wert kommt diesen Versuchen nicht zu.

Welches der verschiedenen Verfahren des künstlichen Frostschutzes den Vorzug verdient, läßt sich generell nicht entscheiden. Das wird sich nach den gegebenen örtlichen Verhältnissen richten, die auf das genaueste zu prüfen sind. Geiger[3]) weist darauf hin, daß die Verhältnisse in Deutschland viel ungünstiger als in Amerika liegen, da bei uns der Frost eine viel häufigere Erscheinung sei. Andererseits könne aber viel mehr als bisher geschehen. Kessler und Kaempfert[4]) räumen dem Frostheizen unter allen Verfahren der Frostschadenverhütung die erste Stelle ein und bezeichnen es als das in der Praxis verbreitetste Verfahren. Es sei weit weniger als alle anderen Maßnahmen von der Geländegestaltung abhängig und könne infolgedessen sowohl im Frostentstehungsgebiet als auch im Fallwind und im Kaltluftsee Anwendung finden. Seine Wirtschaftlichkeit im Wein- und Obstbau wird von ihnen sehr hoch veranschlagt, da seine Kosten mit nur 1—2% der zu erwartenden Frostschäden angesetzt werden.

Außer der Temperatur bietet von den klimatischen Faktoren lediglich noch die Luftfeuchtigkeit in sehr beschränktem Umfang die Möglichkeit der Einwirkung im Sinne der Klimaverbesserung.

So kann man durch Anlage von Waldschutzstreifen und den dadurch verursachten Windschutz[5]) neben der Temperatur auch die Luftfeuchtigkeit bis zu einem gewissen Grade beeinflussen. Bekannt ist der Einfluß des Waldes auf die Hagelgefahr. Aereboe[6]) berichtet, daß nach dem Abhauen eines Waldes auf einem Bergrücken ein Gut in Westfalen fast Jahr für Jahr verhagelte, während vordem seit Menschengedenken

---

[1]) Young, F. D., Frost and the prevention of frost damage. U. S. Dep. Agricult. Farm. Bul. Nr. 1588, 1929, 21; 19—20.

[2]) Kessler, O. W., Der Stand der Frostbekämpfungsversuche im Frühjahr 1930. D. deutsche Weinbau 1930, 199.

[3]) Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1927, S. 222.

[4]) Kessler, O. W. u. Kaempfert, W., Die Frostschadenverhütung. Berlin 1940, S. 199.

[5]) Bargmann, B. A., Die Verteidigung und Sicherung der Wälder gegen die Angriffe und die Gewalt der Stürme, unter besonderer Berücksichtigung der örtlichen Windablenkungen. Allg. Forst- und Jagdztg. **80**, 1904, 81ff. — Fritzsche, K., Sturmgefahr und Anpassung. Tharandter Forstl. Jahrb. **84**, 1933, 1—90.

[6]) Aereboe, F., Landwirtschaftliche Betriebslehre. 5. Aufl. Berlin 1920, S. 22.

niemals Hagel gefallen war. Neuerdings vermutet man auch einen Einfluß der Hochspannungsleitungen auf den Zug der Gewitterregen.

An dieser Stelle sei auch kurz der Versuche gedacht, durch Erzeugung starker Lufterschütterungen die Hagelbildung zu verhüten. Man benutzt dazu sog. Hagelraketen oder Hagelkanonen. Zschokke[1]) weist darauf hin, daß eine zuverlässige Erklärung für die behauptete Wirkung des Hagelschießens nicht gegeben werden könne, da wir über die Bedingungen und die Art und Weise der Hagelbildung noch nicht hinlänglich unterrichtet seien. Kleinschmidt[2]) ist sogar der Meinung, daß physikalische Erfahrungen dem Glauben an die Erfolgswirkung des Hagelschießens die Stütze entziehen. Auf Grund umfangreicher statistischer Erhebungen spricht er den heutigen Hagelraketen jeden Wert ab. Selbst wenn sich aber jemand von der Unwirksamkeit der Hagelraketen nicht überzeugen lasse, habe er doch keine Veranlassung zu schießen, da die Kosten des erhofften Schutzes größer als der Schaden seien.

Im wesentlichen wird aber eine Änderung der Luftfeuchtigkeit, soweit sie überhaupt möglich ist, nur auf dem Wege über eine solche der Bodenfeuchtigkeit zu erreichen sein, abgesehen davon, daß die Gestaltung des Pflanzenbestandes selbst, wie später zu zeigen sein wird, in gewissem Rahmen eine Beeinflussung der Luftfeuchtigkeit zuläßt. Das gilt jedenfalls für Freilandbedingungen. Anders liegen die Verhältnisse natürlich im Gewächshaus, wo man auch die Regelung der klimatischen Faktoren weitgehend in der Hand hat. Im einzelnen kann darauf an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Wie wenig aber gerade hier den Grundsätzen der Hygiene entsprochen wird trotz günstigster Möglichkeiten, zeigt die Auffassung von Böhmig[3]), daß 90% aller in Glashäusern auftretenden Krankheiten und Schädlinge auf falsche Kulturmaßnahmen zurückzuführen seien.

2. Bodenverbesserung

Feuchtigkeit und Nährstoffgehalt wurden früher als die in erster Linie für das Gedeihen der Pflanzen entscheidenden edaphischen Standortsfaktoren angeführt. Demgemäß wird sich auch die Bodenverbesserung vor allem mit diesen beiden Faktoren zu befassen haben. Soweit es sich dabei um einmalige Maßnahmen zur dauernden Verbesserung handelt, die naturgemäß auch die richtige Erhaltung der einmal getroffenen Einrichtungen einschließen, spricht man meist von Meliorationen. Die ständig wiederkehrenden dagegen faßt man einerseits als Bodenbearbeitung, andererseits als Düngung zusammen. Diese beiden letzteren Begriffe sind also eigentlich dem der Bodenverbesserung untergeordnet; denn um eine solche handelt es sich ja in jedem Falle. Da aber Bodenbearbeitung und Düngung an Wichtigkeit in keiner Weise hinter den Maßnahmen zur dauernden Bodenverbesserung zurückstehen, vielmehr die Hauptarbeit des Pflanzenbauers bilden, erscheint es berechtigt, sie diesen nebenzuordnen. So gelangt man zur Beschränkung des Begriffs Bodenverbesserung auf die einmaligen Maßnahmen von dauernder Wirkung, während die enge Zusammengehörigkeit von Bodenverbesserung, Bodenbearbeitung und Düngung durch den übergeordneten Begriff Standortsverbesserung gewahrt bleibt.

---

[1]) Zschokke, Hagelraketen. D. deutsche Weinbau **10**, 1931, 241—242.

[2]) Kleinschmidt, E., Das Hagelschießen. Ztschr. f. angew. Meteorologie **49**, 1932, 39—51.

[3]) Böhmig, F., Betrachtungen über gärtnerischen Pflanzenschutz. Gartenwelt **33**, 1929, 621.

Die Bodenverbesserung strebt vor allem eine Regelung des Wasserhaushalts an. Alle anderen Ziele sind demgegenüber von untergeordneter Bedeutung, wenn auch, wie gleich zu zeigen sein wird, vielfach gar nicht die Bodenfeuchtigkeit als solche das wirksame Moment der Verbesserung ist.

Als weiteres Ziel sei z. B. im Waldbau die Beseitigung mechanisch oder chemisch verursachter Bodenverdichtung genannt. In ihr sieht Ernst[1]) die wesentlichste Ursache des Auftretens von Kiefernkrüppelbeständen in Bayern, das auch wegen der im Gefolge der Verdichtung stark zunehmenden Heide als „Heidekrankheit" bezeichnet wird. Aber auch die Bodenverdichtung wirkt in erster Linie durch die Beeinträchtigung der Wasserversorgung nachteilig, es sei denn, daß es sich um extreme Formen wie Ortstein handelt, die zu mechanischen Behinderungen des Wachstums führen.

Es ist deshalb verständlich, wenn Rothe[2]) unter Melioration sogar lediglich die Wasserregulierung versteht; sie ist die grundlegende Voraussetzung für jede Kultur. Dabei denken wir in erster Linie an die verschiedenen Verfahren der Entwässerung und Bewässerung, mit deren Hilfe wir den Grundwasserstand senken, überschüssiges Wasser abwehren und Wassermangel beheben. Ist durch diese Maßnahmen die Grundlage eines geordneten Wasserhaushalts im Boden geschaffen, so läßt sich weiterhin in gewissen Grenzen eine Regelung auch durch Bodenbearbeitung erreichen. Es braucht nur daran erinnert zu werden, daß ein Boden in lockerem Zustand über 50% mehr Wasser festzuhalten vermag und 20% weniger Wasser durch Verdunstung an die Atmosphäre verliert als in unbearbeitetem Zustand[3]). Welcher Weg im einzelnen einzuschlagen ist, ist hier nicht zu erörtern. Vielmehr handelt es sich an dieser Stelle nur um die Frage, ob und wie weit Bodenverbesserung durch zweckentsprechende Regelung des Wasserhaushalts geeignet ist, als hygienische Maßnahme zu dienen.

Für die anzustrebende Höhe des Grundwasserstandes, die für die einzelnen Kulturarten im Sinne der landwirtschaftlichen Betriebslehre ganz verschieden ist und sich außerdem nach Klima und Boden richtet, gelten allgemeine Richtlinien. Andererseits wurde früher bei Besprechung der Standortsberücksichtigung festgestellt, daß jede Pflanzenart und jede Varietät ein mehr oder minder ausgesprochenes Optimum der Wasserversorgung hat. Je mehr Grundwasserstand und Feuchtigkeitsgehalt des Bodens vom jeweiligen Optimum abweichen, um so größer ist die Gefahr krankhafter Entwicklungsstörungen der Pflanze. Diese brauchen freilich keineswegs nur durch das Übermaß oder durch den Mangel an Feuchtigkeit bedingt zu sein. Es ist bekannt, daß die Bodenfeuchtigkeit in engster Beziehung zu anderen edaphischen Faktoren steht, vor allem zu dem Luftgehalt und zur Wärme des Bodens, und daß sie auch auf die klimatischen Faktoren der bodennahen Luftschicht von großem Einfluß ist. Veränderungen des einen Faktors ziehen notwendigerweise solche des anderen nach sich. Es braucht also keineswegs immer die zu hohe oder die zu niedrige Bodenfeuchtigkeit als solche die

[1]) Ernst, F., Kiefernkrüppelbestände in Bayern. Forstwiss. Zentralblatt **58**, 1936, 683—700, 705—727, 745—764.

[2]) Rothe, J., Meliorationen. Handbuch d. Landwirtschaft. Bd. 2. Berlin 1929. S. 138.

[3]) Mitscherlich, E. A., Steigerung der Pflanzenerträge unter dem Einfluß der Vegetationsfaktoren und der Bodenbearbeitung. Landw. Hefte Nr. 24. Berlin 1913, 17.

Ursache der Entwicklungsstörungen zu sein. So macht man auf zu feuchten Böden weniger den hohen Feuchtigkeitsgehalt als den Sauerstoffmangel für das mangelhafte Gedeihen der Pflanzen verantwortlich. Die Verhältnisse werden dadurch kompliziert, wie es allgemein für parasitäre Erkrankungen zutrifft, daß Änderungen der Bodenfeuchtigkeit und der mit ihr in Zusammenhang stehenden Faktoren sich nicht nur an der Pflanze auswirken, sondern auch an ihren Parasiten. Wir haben es also bei der Ent- und Bewässerung mit besonders komplizierten Maßnahmen zu tun, welche die sichere Entscheidung über den hygienischen Wert der Bodenverbesserung, insbesondere ihrer einzelnen Faktoren erschweren. Immerhin kennen wir heute doch eine Reihe von Fällen, in denen der positive Nachweis hinreichend sicher erbracht ist.

Zunächst ist zu bedenken, daß Beseitigung schädlichen Grundwassers schnellere Erwärmung des Bodens zur Folge hat und frühere Bestellung ermöglicht. Das kann zu einem im Laufe der Vegetation sehr wichtigen Vorsprung führen, auf den bei Besprechung des Einflusses der Saatzeit noch zurückzukommen sein wird. Als weiteren Vorteil entwässerter Felder führt Rothe[1]) an, daß die Pflanzen auf ihnen infolge tieferer Bewurzelung Dürrezeiten besser überstehen.

Entscheidende Bedeutung kommt der Grundwassersenkung als Maßnahme gegen den früher erwähnten Niedergang des niederelbischen Obstbaues zu, bei dem die Wasser- und Bodenverhältnisse von großer Bedeutung sind. Wartenberg[2]) bezeichnet die Entsäuerung des sandarmen, eisenhaltigen Tonbodens durch das Steigen des Grundwasserspiegels als Letalfaktor beim Obstbaumsterben in den Marschen. Eine im Weinbau sehr verbreitete Erkrankung ist die Chlorose, die allerdings durch die verschiedensten Ursachen hervorgerufen werden kann, unter denen vor allem mangelhafte Durchlüftung des Bodens genannt wird. Müller[3]) empfiehlt zu ihrer Verhütung in erster Linie Beseitigung stauender Nässe im Boden durch Dränage, Einführen von Schlacken oder tiefes Rigolen neben reichlicher Bodenbearbeitung. Schottler und Scheu[4]) berichten, daß Schlackendränage in Gräben auch in Weinbergen, die von Kalkchlorose befallen waren, die Gelbsucht fast vollständig geheilt hat. Ebenso wie die Chlorose der Weinrebe geht die der Obstbäume in der Mehrzahl der Fälle auf schlechte Durchlüftung des Bodens zurück, die namentlich durch zu hohen Grundwasserstand bedingt ist. Hiltner[5]) sieht deshalb in der Entwässerung die wichtigste Maßnahme gegen ihr Auftreten. Ein schlagartiges Absterben von Eichen und Buchen bei Wesel konnte Trénel[6]) auf den Anstieg des Grundwassers zurückführen. Der Nachteil des dadurch bedingten Sauerstoffabschlusses wurde noch dadurch verstärkt, daß die anaeroben Bedingungen zur Entstehung von Schwefelwasserstoff aus den Schwefelverbindungen des Trockentorfes führten. Deshalb wird Regelung des Grundwasserstandes gefordert.

---

[1]) Rothe, J., Meliorationen. Handbuch d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 145.

[2]) Wartenberg, H., Die Bodenverhältnisse der niederelbischen Marschen und ihre phytopathologische Bedeutung für den Obstbau. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **17**, 1930, 419.

[3]) Müller, K., Chlorose. Weinbau-Lexikon, Berlin 1930, S. 135.

[4]) Schottler, W. und Scheu, Die Gelbsucht der Weinberge in der Provinz Rheinhessen und ihr Zusammenhang mit den Bodenverhältnissen. Arb. Landw. Kammer Hessen, Heft 35, 1925, 43.

[5]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 278.

[6]) Trénel, M., Untersuchungen über das Laubholzsterben bei Wesel. Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen 1932, **64**, 488—494.

Von ausschlaggebender Bedeutung ist die Regelung des Wasserhaushalts namentlich auch bei den Bewässerungskulturen. Hier kommt es, wie Mumford[1]) betont, nicht nur auf die Zuführung des Wassers überhaupt an, sondern vor allem auf die richtige Art der Bewässerung, die so wenig wie möglich die Bodendurchlüftung beeinträchtigen muß.

Er weist in diesem Zusammenhang auf die schädlichen Folgen übermäßiger Bewässerung der Baumwollkulturen in Ägypten hin, die zur Welkekrankheit, zum Kapselabwurf und zu schweren Schädigungen durch Parasiten und damit zu einem allgemeinen Rückgang der Ernten geführt hat. Derartige Erscheinungen können freilich, wie Kränzlin und Marcus[2]) betonen, die Folge der verschiedensten Unregelmäßigkeiten in der Wasserführung des Bodens sein; diese Autoren bezeichnen deshalb Regulierung und Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit sowie Ableitung überschüssigen Wassers als wichtigste Maßnahme zur Gesunderhaltung der Baumwolle. Die gleiche Beobachtung machte Howard[3]) beim Auftreten der Welkekrankheit von *Indigofera arrecta Hochst.* in Bihar. Diese Krankheit macht sich immer in der letzten Hälfte der Regenperiode bemerkbar. Die schweren Regenfälle zerstören die Porosität der Bodenoberfläche und beeinträchtigen dadurch die Bodendurchlüftung, was seinen Ausdruck in dem Anstieg des Kohlensäuregehalts im Boden findet. Gleichzeitig steigt das Wasser der Flüsse an und damit auch der Grundwasserstand. Die Folge beider Erscheinungen ist ein Absterben der feinen Würzelchen und der Wurzelknöllchen. In Übereinstimmung damit beobachtete Howard, daß von *Hibiscus canabinus L.* und *Crotularia juncea L.* nur die tief wurzelnden Varietäten die Krankheit zeigten, während die flach wurzelnden überwiegend gesund blieben.

So schädlich demnach eine übermäßige Wasserzuführung werden kann, die zu den gleichen Folgen wie ungenügende Entwässerung führen muß, so segensreich wirkt sie in richtiger Weise angewandt. Gleisberg[4]) weist darauf hin, daß viele Krankheiten und Schädigungen auf ungenügende Wasserzufuhr zurückzuführen sind. Aber auch er betont die Wichtigkeit ihrer zweckentsprechenden Durchführung und setzt sich in diesem Zusammenhang für die Untergrundbewässerung ein, die mancherlei nachteilige Folgen des Bewässerns von oben vermeide. Ebenso bemerkt Mc Millan[5]) bei Erörterung des Fusariumbefalls von Kartoffeln auf Bewässerungsböden treffend, daß sich keine festen Regeln für die Wasserzuführung angeben lassen, weil jedes Stück seine besondere Behandlung erfordere. Eine wichtige Maßnahme bildet die Wasserzuführung auch im Obstbau, um das vorzeitige Abfallen und das Stippigwerden des Obstes zu verhüten. Andererseits darf freilich die Bewässerung im Herbst nicht zu lange ausgedehnt werden, da sonst die Gefahr besteht, daß das Holz nicht ausreift und dadurch dem Frost nicht genügend Widerstand leistet[6]).

Diese Verhütung anormaler Prädisposition spielt naturgemäß auch eine große Rolle bei dem Befall der Pflanzen durch Parasiten.

---

[1]) Mumford, E. P., Cotton stainers and certain other sapfeeding insect pests of the cotton plant. London 1926.

[2]) Kränzlin, G. und Marcus, A., Baumwolle. Leipzig 1931, S. 163.

[3]) Howard, A., The influence of soil factors on disease resistance. Ann. appl. Biol. **7**, 1921, 375—382.

[4]) Gleisberg, J., Untergrundbewässerung oder Beregnung in Gemüsetreibhäusern? Gartenwelt **36**, 1932, 361.

[5]) Mc Millan, H. G., Fusarium-blight of potatoes under irrigation. Journ. Agric. Res. **16**, 1919, 298.

[6]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 244.

So hat Hemmi[1]) beobachtet, daß Reispflanzen auf trockenem Boden anfälliger gegenüber *Piricularia oryzae* sind. Besonders lehrreich sind in dieser Hinsicht wieder die Untersuchungen von Howard[2]). Er fand z. B., daß im Winter kurz bewässerte Obstbäume keinen Blattlausbefall zeigten, während unmittelbar benachbarte, die lange überflutet waren, stark befallen wurden. Die Ursache sieht er darin, daß nach den Erfahrungen in Belutschistan Bodenstruktur und Bodendurchlüftung durch Winterbrache bedeutend verbessert werden, durch Bewässerung um diese Zeit dagegen stark leiden, was wieder eine Beeinträchtigung der Wurzelentwicklung zur Folge hat und dadurch Änderungen im Wassergehalt der Pflanze hervorrufen soll. Den letzteren mißt er entscheidende Bedeutung für die Resistenz der Pflanzen gegen saugende Insekten bei, Gedankengänge, die sich mit denen von Münch[3]) begegnen, nach dessen Untersuchungen Holzpilze in wasserreiches Holz nicht einzudringen vermögen.

Wie ein Übermaß der Wasserzuführung auch in diesem Fall schädlich sein kann, so wird sie andererseits bei richtiger Durchführung als Vorbeugungsmaßnahme gegen mancherlei Schäden durch Insekten empfohlen aus der Erkenntnis heraus, daß diese wie z. B. die Erdflöhe auf feuchtem Boden sich nicht wohl fühlen[4]).

Zur Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit für einen solchen Zweck ist nicht immer Bewässerung notwendig. Schablitzki[5]) hält Beimischungen von Torfmull oder Bedecken mit diesen für ausreichend. Erinnert sei in diesem Zusammenhang auch an das auch in Deutschland verschiedentlich erprobte, in der Ananaskultur auf Hawai schon seit langem gebräuchliche Verfahren der Bodenbedeckung[6]).

Unter Umständen kann die Bewässerung aber auch ins Extreme gesteigert werden, um Schädlinge auf diese Weise zu ersticken[7]). Dann stellt sie jedoch keine Kulturmaßnahme der Hygiene mehr dar, sondern ein Bodenentseuchungs- oder ein Bekämpfungsverfahren.

Viel häufiger sind diejenigen Fälle, in denen durch Entwässerung dem Parasitenbefall vorgebeugt werden kann, was bei den erwähnten ungünstigen Folgen zu hoher Bodenfeuchtigkeit für die Wurzelentwicklung nicht überraschen kann. Dazu kommt, daß über einem nassen Boden auch die Luftfeuchtigkeit der bodennahen Luftschicht höher ist und damit ein weiteres günstiges Moment für die Entwicklung namentlich von parasitären Pilzen und Bakterien gegeben ist. In dieser Hinsicht braucht nur an die früheren Ausführungen über den Einfluß der örtlichen Lage auf das Auftreten von Pflanzenkrankheiten erinnert zu werden. Entwässerung eines zu feuchten Bodens wird also in der verschiedensten Weise

---

[1]) Hemmi, T., Experimental studies on the relation of environmental factors to the occurence and severity of blast disease in rice plants. Phytopath. Ztschr. **6**, 1933, 322.

[2]) Howard, A., The influence of soil factors on disease resistance. Ann. appl. Biol. **7**, 1921, 385—386.

[3]) Dieses Handbuch Bd. III, 5. Aufl. Berlin 1932, S. 308.

[4]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 51.

[5]) Schablitzki, Torfmull als Mittel im Kampf gegen Feinde und Krankheiten unserer Pflanzen. Erf. Führer Obst- u. Gartenbau **28**, 1927, 114.

[6]) Reinhold, J. und Schmidt, M., Bodenbedeckungsversuche mit verschiedenen künstlichen Abdeckungsstoffen. Ztschr. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde. Teil B. **12**, 1933, 191—241. Literatur.

[7]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 296.

dem Auftreten von Krankheiten vorbeugen können durch Verhütung der abnormen Prädisposition der Pflanze, die dem Parasiten den Befall erschwert, dessen Entwicklung weiter beeinträchtigt wird durch ihm nachteilige Gestaltung der edaphischen und mikroklimatischen Faktoren. Deshalb wird auch Entwässerung sehr häufig als hygienische Maßnahme empfohlen.

Nur durch Dränung gelingt es, wie Gassner[1]) meint, in vielen Fällen, starkem Rostbefall und Schäden des Getreides durch Mehltau vorzubeugen. Pichler[2]) empfiehlt zur Verhütung des Schneeschimmels Dränage von bindigen Böden sowie von solchen Stellen des Ackers, die eine stagnierende Nässe bedingen. Peters[3]) fordert Dränage aller nassen, zur Rübenkultur herangezogenen Äcker, da Nässe für das Gedeihen der bodenbewohnenden Wurzelbranderreger von Vorteil sein kann. Nach den Beobachtungen von v. Richthofen[4]) kann man auch dem Auftreten des Rübenschorfs durch Entwässerung wirksam begegnen. Noack[5]) meint, daß man auf tiefliegenden Feldern durch geeignete Dränage Schädigungen durch *Claviceps purpurea* vermeiden könne. Jones und Drechsler[6]) glauben, daß Dränage oder in Bewässerungsdistrikten verminderte Bewässerung im Frühjahr den Befall der Luzerne durch *Urophlyctis alfalfae Magn.* vermindern wird. Auch zur Verhütung des Auftretens von *Gloeosporium Lindemuthianum* sehen Schaffnit und Böning[7]) alle Maßnahmen als geeignet an, die ein rasches Versickern des Wassers ermöglichen, unter denen sie auch Dränage von bindigen Böden und Stellen innerhalb des Feldes nennen. Das gleiche gilt für Erkrankungen des Tabaks auf dem Felde. Böning[8]) rät in diesem Zusammenhang auch zum Ausfüllen von Bodensenken. Im Obstbau wird namentlich das Auftreten des *Nectria*-Krebses auf nassen kalten Böden begünstigt und dementsprechend Entwässerung gefordert[9]). „Trockenlegung" entzieht schließlich nach den Angaben von Hollrung[10]) Drahtwürmern und Wiesenschnaken sowie *Ophiobolus graminis, Sclerotinia trifoliorum* und *Rhizoctonia violacea* die erforderlichen Daseinsbedingungen, wobei Hollrung als Mittel zur „Bodenentfeuchtung" neben Dränage, Anlage von Abzugsgräben und Anbau von Gehölzen mit starkem Feuchtigkeitsverbrauch auch Walzen und Eggen anführt, Maßnahmen also, auf die noch bei Besprechung der Bodenbearbeitung einzugehen sein wird. Gleichzeitig macht er aber auch den wichtigen Hinweis, daß die Bodenverbesserung unter Umständen auch das Aufkommen anderer Kulturfeinde begünstigen kann. So ist Escherich[11]) zu der Überzeugung gelangt, daß die Trockenlegung ein sehr wesent-

[1]) Gassner, G., Pflanzenkrankheiten. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1930, S. 462.

[2]) Pichler, F., Der Schneeschimmel. Ursachen und Abwehr seines Auftretens. Fortschr. d. Landw. **8**, 1933, 153.

[3]) Peters, L., Der Wurzelbrand der Rüben. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 44, 1926.

[4]) Richthofen, v., Rübenschorf. Ill. Landw. Ztg. **48**, 1928, 129.

[5]) Noack, M., Dieses Handbuch Bd. 2. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 583.

[6]) Jones, F. R. und Drechsler, Ch., Crownwart of alfalfa caused by Urophlyctis alfalfae. Journ. Agric. Res. **20**, 1920, 319.

[7]) Schaffnit, E. und Böning, K., Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankh. u. d. Immunität i. Pflanzenreich. I. Mitt. 1925, 180.

[8]) Böning, K., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Krankheiten des Tabaks. Arb. Bayer. Landesanst. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz. Heft 8, 1929, 30.

[9]) Dieses Handbuch Bd. 2. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 558.

[10]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 57.

[11]) Escherich, K., Die Maikäferbekämpfung im Bienwald (Rheinpfalz) — ein Musterbeispiel technischer Schädlingsbekämpfung. Ztschr. f. angew. Entomol. **3**, 1916, 134.

licher Faktor in dem Ursachenkomplex der Übervermehrung des Maikäfers ist. Feuchte Reviere haben nach seinen Beobachtungen kaum unter dem Schädling zu leiden.

Das Für und Wider ist in jedem Fall also sorgfältig abzuwägen, wobei natürlich auch die Kostenfrage wesentlich mitsprechen wird. Die hygienische Bedeutung der Bodenverbesserung kann dadurch freilich in keiner Weise beeinträchtigt werden. „Meliorationen und kulturtechnische Arbeiten bilden die Grundlage, auf welcher rationelle Bodenbearbeitung und Düngung überhaupt erst vollen Erfolg bringen"[1]).

3. Bodenbearbeitung

Als Endziel aller Bodenbearbeitung bezeichnet Roemer[2]) Herstellung und Erhaltung der Bodengare. Unter dieser versteht v. Rümker[1]) in Anlehnung an Droop[3]) den Zustand des Bodens, in welchem die Zugänglichkeit für Atmosphärilien infolge guter Durchlüftung am vollkommensten und die Bakterientätigkeit bei Gegenwart vergärungsfähiger organischer Substanzen am lebhaftesten ist. Ein garer Acker befindet sich also, wie Löhnis[4]) es ausdrückt, in dem günstigsten chemischen, physikalischen und biologischen Zustand, den er seiner Natur nach überhaupt erreichen kann. Dieser Idealzustand der vollen Gare tritt selten ein, meist wird nur eine mehr oder weniger von dem Ideal entfernte Teilgare erzielt. In diesem Zustand verharrt der Boden auch nicht, sondern er hat immer die Neigung, in den Zustand des Naturbodens zurückzukehren, ein Vorgang, dessen Schnelligkeit von den verschiedensten Faktoren abhängt. Deshalb muß die Bodenbearbeitung auch eine ständig wiederkehrende Maßnahme sein.

Schon v. Rosenberg-Lipinski[5]) hat darauf hingewiesen, daß ohne Eintritt der normalen Gare sich nie ein gedeihliches Pflanzenleben entwickelt. Je mehr sich deshalb der Boden von diesem Zustand entfernt, um so leichter und um so stärker werden sich bei den Pflanzen Entwicklungsstörungen bemerkbar machen, die schließlich die Schwelle des Krankhaften im Sinne der Definition von Klebahn[6]) überschreiten werden, so daß es zu den mannigfaltigsten, durch ungünstige Bodenverhältnisse verursachten Erkrankungen kommt. Derartige Schwächungen der Pflanzen machen sie aber außerdem — nach der Lehre von der abnormen Prädisposition — dem Parasitenbefall gegenüber anfälliger, so daß Sekera[7]) das Überhandnehmen verschiedener Pflanzenkrankheiten und -schädlinge zum großen Teil auf den Gareschwund zurückführt und wir auch umgekehrt mit Löhnis[8]) sagen können, daß die auf einem garen Boden angebauten Pflanzen durch die ihnen dort gebotenen günstigsten Wachstumsbedingungen zugleich widerstandsfähiger gegen Krankheiten und Schädlinge werden.

---

[1]) Rümker, K. v., Der Boden und seine Bearbeitung. 7. Aufl. Berlin 1919, S. 37, 36.
[2]) Roemer, Th., Bodenbearbeitung. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 221.
[3]) Droop, H., Die Brache in der modernen Landwirtschaft. Heidelberg 1900, S. 174.
[4]) Löhnis, F., Bodenbakterien und Bodenfruchtbarkeit. Berlin 1914, 55.
[5]) Rosenberg-Lipinski, A. v., Der praktische Ackerbau. Bd. 1. 6. Aufl. Breslau 1879. S. 296.
[6]) Dieser Band S. 37.
[7]) Sekera, F., Der gesunde und kranke Boden. Berlin 1943, S. 40.
[8]) Löhnis, F., Bodenbakterien und Bodenfruchtbarkeit. Berlin 1914, 55.

Der Bodenbearbeitung kommt demnach ein hoher hygienischer Wert zu. Diese Bedeutung war, wie früher angedeutet wurde, mit der Vernachlässigung, welche die Bodenbearbeitung lange Zeit erfahren hatte, stark in Vergessenheit geraten. An warnenden Mahnungen hat es nie gefehlt.

So wies v. Rümker[1]) um die Jahrhundertwende darauf hin, daß die reichlichste Düngung die Fehler der Bearbeitung des Bodens niemals vollständig ersetze. Durch die Schaffung des Begriffes der Bodenhygiene hat dann Hiltner[2]) auf die enge Beziehung zwischen Pflanzenschutz und Bodenbearbeitung aufmerksam gemacht. Und schließlich hat Mitscherlich[3]) 1913 klar zum Ausdruck gebracht, daß der Bodenbearbeitung noch eine weitere Aufgabe zukomme, deren Bedeutung immer mehr zunehmen werde, je höher und intensiver unsere Bodenkultur werde, nämlich die der Vernichtung der Pflanzenschädlinge, seien diese nun tierischer oder pflanzlicher Art.

Heute wird gründliche Bodenbearbeitung in vielen Fällen als wertvolle Maßnahme zum Schutz der Pflanzen gegen Erkrankung bezeichnet.

So betont Schander[4]) für den Kartoffelbau: „Alle Maßnahmen der Bodenverbesserung, Bodenbearbeitung und Düngung, die das Wachstum der Kartoffel begünstigen, sind Mittel der Gesunderhaltung der Bestände und umgekehrt. Im Verein mit einer nicht zu großen Pflanzweite bedingen sie aber auch die Gesunderhaltung einer Zucht, sie wirken auslesend zugunsten der kräftigen gesunden und widerstandsfähigen Stauden." Ähnlich bezeichnet Roemer[5]) bei Besprechung einer ganzen Reihe von Zuckerrübenkrankheiten als das beste und meist auch das einzige Mittel die bestmögliche Kultur, um die Rüben widerstandsfähig zu machen und das Wachstum zu fördern, damit sie die Schäden rasch überwinden. Bier[6]) führt das Nichtauftreten von *Plasmodiophora brassicae* auf den Erfurter Blumenkohlfeldern trotz jährlich zweimaligem Anbau während vieler Jahre auf die häufige und gründliche Bodenbearbeitung zurück.

Es würde zu weit führen, hier im einzelnen alle Erkrankungen aufzuführen, zu deren Verhütung allgemein gründliche Bodenbearbeitung empfohlen wird. Diese setzt sich nun bekanntlich aus einer ganzen Reihe von Maßnahmen zusammen. Wenn diese auch in ihrer Gesamtheit das obengenannte Ziel anstreben, so kann doch im einzelnen der Zweck sehr verschiedenartig sein. Mit Recht mahnt v. Rümker[1]), sich bei jeder Verrichtung vorher darüber klar zu werden, zu welchem Zweck sie überhaupt und gerade jetzt stattfindet und was für Folgen sie haben muß und wird. Das gilt im besonderen auch, wenn wir die Bodenbearbeitung in den Dienst der Pflanzenhygiene stellen wollen. Es muß an dieser Stelle natürlich davon abgesehen werden, Richtlinien für die Erzielung der Gare zu geben; das ist Aufgabe der Ackerbaulehre. Ein möglichst garer Acker muß hier

---

[1]) Rümker, K. v., Der Boden und seine Bearbeitung. 7. Aufl. Berlin 1919, S. 38, 37, 36.

[2]) Hiltner, L., Über den Einfluß der Ernährung und der Witterung auf das Auftreten pilzlicher und tierischer Schädlinge. Jahrb. Deutsche Landw. Ges. **27**, 1912, 167.

[3]) Mitscherlich, E. A., Steigerung der Pflanzenerträge unter dem Einflusse der Vegetationsfaktoren und der Bodenbearbeitung. Landw. Hefte Nr. 24. Berlin 1930, S. 30.

[4]) Schander, R., Einfluß der Bodenbearbeitung und Düngung auf den Ertrag und den Gesundheitszustand der Kartoffeln. Landw. Zentralbl. f. d. Prov. Posen **45**, 1917, 234—238.

[5]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaus. Berlin 1927, S. 310.

[6]) Bier, A., Schädlingsbekämpfung durch Bodenpflege. Erf. Führer i. Obst- u. Gartenbau **21**, 1920, 197.

als grundlegende und unerläßliche Voraussetzung für die Gewinnung gesunder Pflanzenbestände angesehen werden. In eine Besprechung der Einzelmaßnahmen der Bodenbearbeitung ist dann nur insoweit einzutreten, als sie geeignet sind, darüber hinaus krankheitsverhütend zu wirken. Dabei ist es am besten, chronologisch vorzugehen, indem zunächst diejenigen Maßnahmen erörtert werden, welche vor der Saat durchzuführen sind, und daran die nach der Saat durchzuführenden sich anschließen.

Die Bodenbearbeitung vor der Saat beginnt mit einem mehr oder minder tiefen Pflügen des Bodens nach der Ernte. Von besonderer Bedeutung ist bekanntlich das sofortige flache Wenden nach der Getreideernte, das sogenannte Schälen oder Stoppelstürzen. Es dient in erster Linie der Beeinflussung des Wasserhaushalts durch Verringerung der Verdunstung und Erhöhung der Wasseraufnahmefähigkeit.

Auf die ausschlaggebende Bedeutung des Schälens und Pflügens im Herbst gerade in diesem Zusammenhang hat Rademacher[1]) bei Besprechung der Maßnahmen zur Verhütung des Auftretens der Flissigkeit des Hafers und der Heidemoorkrankheit hingewiesen. Savulescu[2]) kommt auf Grund von umfangreichen Beobachtungen über den Rostbefall des Weizens in Rumänien zu dem Ergebnis, daß gute Bodenbearbeitung im Herbst, welche in dieser trockenen Zeit des rumänischen Klimas eine größere Wasseraufnahme sicherstellt, die Infektion durch Braun- und Gelbrost im Herbst und im nächsten Jahr vermindert, indem sie die Bestockung begünstigt.

Weiter trägt das Schälen in hervorragender Weise zur Vertilgung des Unkrautes bei und erfüllt auch damit eine wichtige pflanzenhygienische Aufgabe, auf die später noch zurückzukommen sein wird. Vom Standpunkt der Pflanzenhygiene kann jegliches Pflügen nach der Ernte vor allem aber auch dann von großem Wert werden, wenn die vorangegangene Frucht von Schädlingen stärker befallen war. Durch mehr oder minder tiefes Umpflügen gelingt es, manche von diesen zu vernichten. Streng genommen handelt es sich also ebenso wie bei der Getreidebeizung um eine Bekämpfungsmaßnahme, die aber wegen ihrer vorbeugenden Wirkung und um die Geschlossenheit der Darstellung der hygienischen Kulturmaßnahmen zu wahren, hier behandelt sei.

Die Zahl von Schädlingen, deren Auftreten man durch das Pflügen des Bodens nach der Ernte wirksam vorbeugen können soll, ist sehr groß. Dabei soll das Pflügen den verschiedensten Zwecken dienen.

Hollrung[3]) unterscheidet das Unterpflügen, bei dem die Schädlinge mit so viel Erdreich bedeckt werden, daß „sie dadurch als unschädlich gemacht gelten können", das Vergällen der Eiablagestätten durch sofortiges Einpflügen des auf das Feld gebrachten Stallmistes sowie wasserreicher Ernterückstände, die Ausschaltung der für die Entwicklung notwendigen Witterungseinflüsse durch tiefes Einbringen in den Boden und die Beseitigung des Bodenschutzes durch Heraufbringen an die Boden-

[1]) Rademacher, B., Die Flissigkeit (Weißährigkeit) des Hafers. Biolog. Zentralanst. Braunschweig, Flugblatt D 8, 1950. Die Heidemoorkrankheit (Urbarmachungskrankheit). Biolog. Reichanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 137, 1935.

[2]) Savulescu, T., Die Beeinflussung der spezifischen Widerstandsfähigkeit und Empfindlichkeit des Weizens gegen Rost durch die Wirkung der äußeren Faktoren. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz. **44**, 1934, 307.

[3]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 49, 52, 57, 58.

oberfläche. Für jeden dieser vier Fälle führt Hollrung eine Anzahl von Beispielen an. Eine Zusammenstellung der auf der Getreidestoppel in Betracht kommenden Schädlinge hat Baudys[1]) gegeben. Schädlinge von Zuckerrüben, Raps, Erbsen, Bohnen und Möhren, gegen die man durch Umpflügen erfolgreich vorgehen können soll, nennt Hiltner[2]). Schließlich ist auch das Umgraben der Baumscheiben hier zu nennen, das der Vernichtung mancher Schädlinge dienen soll.

Ob und wie weit freilich mit dem Umpflügen in jedem Fall wirklich ein sicherer Erfolg zu erzielen ist, muß noch dahingestellt bleiben, da exakte Untersuchungen zu dieser Frage bisher kaum vorliegen.

Baudys[1]) glaubt, daß der Luftzutritt zum Boden, wie er durch das Stoppelschälen erreicht wird, pathogene Mikroorganismen zum Absterben bringt, die sich bei Luftmangel üppig entwickelten. Ein schlüssiger Beweis hierfür ist aber bisher in keiner Weise erbracht. Nach Untersuchungen von Lundegardh[3]) ist allerdings vielleicht damit zu rechnen, daß Kohlensäureanreicherung im Boden die Entwicklung von Fusarium begünstigt. Andererseits wird aber auch von anderer Seite vermutet, daß Sauerstoffzufuhr auf Parasiten wie *Rhizoctonia solani* entwicklungsfördernd wirkt[4]). Diese Zusammenhänge bedürfen also zum mindesten vorerst noch weiterer Klärung.

Dazu kommt, daß bei tierischen Parasiten die Dinge wieder ganz anders liegen können. Hier hat Molz[5]) den Versuch gemacht, die in der Praxis schon lange bekannte Erfahrung, daß flaches Pflügen den Befall der Rüben durch *Heterodera Schachtii* mindert, auf experimenteller Grundlage zu erklären. Er konnte einwandfrei feststellen, daß Lagerung der Zysten in einem luftarmen Medium die Zahl der schlüpfenden Larven vermindert, während ein lufthaltiges Medium das Gegenteil bewirkt. Da nun tiefes Pflügen den Luftgehalt der tieferen Bodenschichten erhöht, ist es verständlich, daß die Zahl der aus den dort lagernden Zysten ausschlüpfenden Nematoden erhöht und somit der Befall der Rüben vermehrt wird.

Von diesem Sonderfall abgesehen, verdienen besondere Beachtung die Ausführungen Bremers[6]) auf Grund von Untersuchungen an der Rübenfliege.

Auch bei diesem Schädling wird tiefes Umpflügen der von ihm befallenen Schläge nach der Ernte empfohlen, um durch Vernichtung der im Erdboden befindlichen Puppen seinem Auftreten im nächsten Jahr vorzubeugen. Bremer hat nun je 100 Puppen von *Pegomya hyoscyami* etwa 2 cm, 31 cm und 42 cm tief in die Erde eingebracht. Die nachfolgende Untersuchung hatte folgendes Ergebnis:

	2 cm %	31 cm %	42 cm %
tot	44,9	45,6	48
geschlüpft	50,7	24,6	14
nicht weiterentwickelt	4,3	29,0	38

Daraus folgert Bremer, daß tiefe Unterbringung der Puppen den vorhandenen Fliegenbestand nicht vernichtet; im Gegenteil, unter Umständen könne erreicht werden, daß ein Winter, der für die in normaler Tiefe liegenden Puppen ungünstig

---

[1]) Baudys, E., Die Bedeutung des Stoppelsturzes vom phytopathologischen Gesichtspunkt. Ceskoslowensky zemedelec **8**, 1927, 453 (Ref. Fortschr. d. Landw. **3**, 1928, 799).

[2]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926.

[3]) Lundegardh, H., Die Bedeutung des Kohlensäuregehalts und der Wasserstoffionenkonzentration des Bodens für die Entstehung der Fusarien. Botanisker Notiser 1923, 25—52.

[4]) Braun, H., Der Wurzeltöter der Kartoffel. Berlin 1930, S. 111.

[5]) Molz E., Reizphysiologische Versuche zur Bekämpfung des Rübennematoden *(Heterodera Schachtii)*. Fortschr. d. Landw. **3**, 1928, 346.

[6]) Bremer, H., Ist tiefes Umpflügen der Äcker zur Vernichtung von Feldschädlingen anzuraten? Nachrichtenblatt f. d. deutsch. Pflanzenschutzdienst **5**, 1925, 91—92.

ist, von den tiefer untergebrachten im Zustande der Entwicklungshemmung gut überstanden wird und der Schädlingsbestand so lange am Leben erhalten bleibt, bis die nächste Pflugfurche ihn wieder zur Tätigkeit erweckt. Bremer hält es aber auch für unwahrscheinlich, daß man durch Pflügen den größeren Teil der Schädlinge in eine gewünschte Tiefe verbringen kann, vielmehr glaubt er, daß eine ziemlich gleichmäßige Verteilung innerhalb der vom Pfluge bewegten Erdschicht eintritt. Er sieht es deshalb vom Standpunkt des Pflanzenschutzes als zwecklos an, von Rübenfliegen befallene Felder nach der Ernte tief umzupflügen, während vom ackerbautechnischen Standpunkt aus dieser Maßnahme erhebliche Bedenken entgegenständen.

Zu ähnlichen Schlußfolgerungen sind auch Crüger und Körting[1]) bei ihren Untersuchungen über *Hylemyia coarctata* gekommen. Sie haben Eier dieses Insekts in verschiedene Bodentiefen vergraben und festgestellt, daß anscheinend aus einer Tiefe von etwa 20 cm nur noch verhältnismäßig wenig Larven aufsteigen können. Tiefes Unterpflügen der Eier halten sie danach für vielleicht wirksam, geben aber zu bedenken, daß durch diese Maßnahme kurz vor der Saat die Gare und die für Roggen wichtige Dichtigkeit des Bodens geschädigt werden könnte, so daß sie nicht immer durchführbar sein würde.

Bremer glaubt, daß man durch tiefes Umwenden des Bodens vielleicht tätige Insekten, kaum aber ihre Ruhezustände wird vernichten können. Deshalb fordert er, daß in jedem einzelnen Fall genau geprüft wird, ob wirklich mit der erhofften Wirkung des Tiefpflügens zu rechnen ist. Das gilt sinngemäß auch für die anderen mit dem Pflügen nach der Ernte verfolgten Zwecke.

Zu den Maßnahmen zur Vergällung der Eiablage ist auch das Vorgehen gegen *Hylemyia coarctata* zu rechnen. Die Fliegen suchen nach Rostrup-Thomsen[2]) zur Eiablage in erster Linie das nächstgelegene Brachfeld auf, besonders Stellen, wo der Boden locker und frisch bearbeitet ist. Deshalb birgt eine frühzeitige Bodenbearbeitung die eigentliche Gefahr. Sie kann nach Jegens'[3]) Ansicht bis zu einem gewissen Grade durch Walzen im Anschluß an das Pflügen behoben werden. Rostrup und Thomsen empfehlen als rationellste Maßnahme, den Boden auf den Feldern, welche zur Aussaat von Wintergetreide bestimmt sind, in der Zeit vom 20. Juli bis Ende August nicht offen liegen zu lassen. Dabei wird je nach der klimatischen Lage ein früherer oder späterer Termin anzunehmen sein. Sie geben auch eine ganze Reihe von Ratschlägen, wie dies zu erreichen ist. Auch die Behandlungsweise des Brachschlages gibt mancherlei Möglichkeiten. Man soll ihn während der Zeit, in welcher die Eiablage hauptsächlich stattfindet, unberührt liegen lassen.

Auch die Fritfliege wollen diese beiden Autoren durch schnelles Schälen nach der Ernte an der Eiablage an den aus Ausfallkörnern oder Seitensprossen hervorgegangenen Pflanzen hindern[2]). Im Gegensatz zu ihnen treten freilich Blunck und Ludewig[4]) für möglichst frühzeitiges Schälen der Stoppel deshalb ein, damit die ausgefallenen Körner schnell auflaufen und der Fritfliege zur Eiablage dienen können, um spätestens 14 Tage nach dem Auflaufen als Fangpflanzen tief eingepflügt zu werden. Hier bedarf es also im einzelnen noch der Klarstellung mancher Zusammenhänge.

Unbeschadet dieser Einschränkung kann an dem Wert und der Notwendigkeit des Schälens kein Zweifel bestehen, da es schon vom ackerbautechnischen Stand-

---

[1]) Crüger, O. und Körting, A., Über die Eiablage der Getreideblumenfliege und die unmittelbare Voraussage ihres Schadauftretens. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **41**, 1931, 49—61.

[2]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaus. Berlin 1931, S. 310, 313; 285.

[3]) Jegens, G., Dieses Handbuch Bd. 5. 4. Aufl. Berlin 1932, S. 43.

[4]) Blunck, H. und Ludewig, K., Die Fritfliege. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 9, 1930.

punkt als eine der wichtigsten Maßnahmen anzusehen ist. Roemer[1]) bezeichnet ihre Anwendung geradezu als Gradmesser für den Stand der Ackerbearbeitung. Daß sie darüber hinaus auch für die Vernichtung manches Schädlings gute Dienste leistet, muß nach den zahlreichen günstigen Erfahrungen als gesichert angenommen werden. Anders liegen die Dinge hinsichtlich des Tiefpflügens, dessen schädlingsvernichtende Wirkung keineswegs einwandfrei erwiesen ist und das ackerbautechnisch gefahrvoll werden kann.

Daß es in besonderen Fällen eine außerordentlich wertvolle Maßnahme zur Verhütung des Auftretens von Schädigungen sein kann, beweisen die Versuche von Schmidt und Feistritzer[2]) über die Fußkrankheit des Getreides, die durch sofortiges Unterpflügen der Stoppel auf 34 cm der Nachfrucht nachhaltigen Schutz gewähren konnten. Mit Recht weist aber Blunck[3]) darauf hin, daß man sich ein solches Vorgehen wohl auf unsern tiefgründigen Lößböden und auch sonst in besten Lagen leisten könne, daß es aber viel häufiger selbst auf weizenfähigem Land infolge Hochbringens von rohem Boden zu katastrophalen Folgen führen würde.

In normaler Tiefe dagegen sieht Hiltner[4]) in dem Pflügen der Felder vor Winter und nicht erst im Frühjahr eine der wichtigsten pflanzenschutzlichen Maßnahmen, weil die Pflanzen auf Äckern, die in dieser Weise behandelt sind, im nachfolgenden Jahr besser gedeihen und dadurch widerstandsfähiger gegen Befall werden. Hier decken sich also Ackerbautechnik und Pflanzenhygiene in ihren Forderungen vollkommen. Denn auch vom Standpunkt der ersteren gilt als oberstes Gesetz: Das Pflügen des Landes muß vor Eintreten des dauernden Frostes beendet sein[1]).

Im Frühjahr darf also normalerweise die Pflugarbeit keine Rolle mehr spielen, es sei denn, daß Umpflügen von ausgewinterten und durch Schädlinge stark befallenen Wintersaaten erforderlich wird, wie es z. B. bei Befall durch *Oscinis frit* und *Hylemyia coarctata* der Fall ist. Gaßner[5]) führt diese beiden Schädlinge als Beleg dafür an, in wie hohem Maße die Art der Bodenbearbeitung durch die Anforderungen des Pflanzenschutzes bestimmt werden können.

Er meint, Wintersaaten, die wegen Befalls durch die Fritfliege im Frühjahr neu bestellt werden müßten, seien möglichst tief umzupflügen, da bei oberflächlichem Schälen die an den Pflanzenresten vorhandenen Puppen am Leben blieben, so daß sich die daraus hervorgehenden Fliegen durch den Erdboden hindurcharbeiten und die mit Sommerung bestellten Felder wieder befallen könnten. Umgekehrt genüge es, von der Getreideblumenfliege befallene Schläge nur flach zu schälen, da sich die jugendlichen Larven nach der Vernichtung der Nährpflanze nicht weiter entwickeln könnten und ohne weiteres zugrunde gingen. Im Gegensatz dazu berichten Rostrup und Thomsen[6]), daß nur die älteren, fast verpuppungsreifen Larven Nahrungsentzug nicht lange vertragen, junge dagegen, von Anfang März bis zum Aufgang der Saat im Boden umherkriechen können. Sie berichten weiter, man könne die

[1]) Roemer, Th., Bodenbearbeitung. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 229.
[2]) Schmidt, E. W. und Feistritzer, W., Beiträge zur Fußkrankheit des Getreides und ihre Bekämpfung. Wiss. Arch. f. Pflanzenbau **8**, 1932, 425—426.
[3]) Blunck, H., Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. 2. Die Fußkrankheiten des Getreides. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 288.
[4]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 276.
[5]) Gassner, G., Pflanzenkrankheiten. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 461.
[6]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaus. Berlin 1931, S. 311.

Larvenentwicklung dadurch verzögern, daß man die Eier mit dem Pflug tiefer in die Erde hineinbringe. In Übereinstimmung damit befürwortet Jegens[1]) auch bei Befall durch die Getreideblumenfliege tiefes Unterpflügen.

Die von Bremer[2]) geäußerten Bedenken hinsichtlich der Wirkung des tiefen Unterpflügens dürften deshalb grundsätzlich zunächst auch im Frühjahr ihre Berechtigung haben, wenn auch insofern ein Unterschied besteht, als im Frühjahr schon viel gewonnen sein kann, wenn durch das Unterpflügen nur eine Verzögerung im Entwicklungskreislauf des Parasiten erreicht wird.

Die pflanzenhygienische Aufgabe der übrigen vor der Bestellung noch durchzuführenden Arbeiten wie Schleppen, Walzen, Eggen, Grubbern beruht in erster Linie darauf, einmal für die Pflanzen ein möglichst vollkommenes Saatbett herzustellen und dadurch ihre gesunde Entwicklung zu gewährleisten und zum anderen die Fertigstellung dieses Saatbettes möglichst zu beschleunigen, da frühzeitige Aussaat, wie später zu zeigen sein wird, von großer Bedeutung sein kann, um die Pflanze vor Erkrankung zu schützen.

Als Hauptaufgabe der Bodenbearbeitung nach der Saat bezeichnet Roemer[3]) Brechung der sich immer wieder bildenden Kruste, Verminderung der unproduktiven Wasserverdunstung, Förderung der Bodenatmung und Vernichtung des Unkrauts. Wie das im einzelnen zu geschehen hat, ist hier nicht zu erörtern. Wichtig aber ist, daß die Erfüllung dieser Aufgaben gleichzeitig auch pflanzenhygienisch von großem Wert ist, da sie in jeder Weise geeignet ist, die Entwicklung der Pflanzen zu begünstigen und so dem Zustand der abnormen Prädisposition vorzubeugen. Für die Verminderung der unproduktiven Wasserverdunstung ist das besonders einleuchtend.

Es braucht nur an die ökologisch bedingte Weißährigkeit der Gräser erinnert zu werden, zu deren Verhütung Schwarz und Tomaszewski[4]) Hackkultur empfehlen. Auch gegen die Herz- und Trockenfäule der Rüben bezeichnet Roemer[5]) als zweckmäßigste Vorbeugungsmaßnahme die Besserung des Wasserhaushalts und damit vermutlich der Borversorgung.

Aber auch für die anderen Aufgaben trifft es zu. Es wurde früher bei Besprechung der Bodenverbesserung auf die hygienische Bedeutung der Bodendurchlüftung hingewiesen. Der Luftaustausch zwischen Boden und Atmosphäre wird aber gerade durch Verkrustung des ersteren stark beeinträchtigt. Krustenbildung ist, wie v. Rümker[6]) meint, für den normalen Aufgang der Saat unter Umständen ein unüberwindliches Hindernis, aber auch für die Weiterentwicklung ein sehr bedenkliches Hemmnis, weil sie den Eintritt der Luft in den Boden hindert und dadurch die Wurzelatmung beeinträchtigt. Allerdings dürfte es an exakten Unterlagen für diese Wirkung der Bodenverkrustung noch fehlen.

Besonders gefährlich aber wird die Bodenverkrustung dann, wenn die Pflanze

---

[1]) Jegens, G., Dieses Handbuch Bd. 5. 4. Aufl. Berlin 1932, S. 43.

[2]) Bremer, H., Ist tiefes Umpflügen der Äcker zur Vernichtung von Feldschädlingen anzuraten? Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst **5**, 1925, 91—92.

[3]) Roemer, Th., Bodenbearbeitung. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 260.

[4]) Schwarz, O. und Tomaszewski, W., Zur Ökologie und Phytopathologie des Grassaatbaus. Angew. Botanik **12**, 1930, 433.

[5]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaus. Berlin 1927, S. 297.

[6]) Rümker, K. v., Saat und Pflege. 5. Aufl. Berlin 1921, S. 59.

im Jugendstadium durch den Angriff von Parasiten bedroht ist. Dann kommt alles darauf an, den Anlauf auf jede Weise zu beschleunigen.

Deshalb tritt Appel[1]) für Bodenlockerung ein, um dem Befall des Getreides durch Fusarium zu begegnen. Schädigungen der Kartoffel durch *Rhizoctonia solani* und *Bact. phytophthorum* kann am wirksamsten, wenn überhaupt auf anderem Wege, durch ständige Lockerung von zur Verkrustung neigenden Böden vorgebeugt werden[2]). Gegen den Wurzelbrand der Rüben empfiehlt Peters[3]) möglichste Abkürzung des allein gegen die Ansteckung empfindlichen jüngsten Entwicklungszustandes durch sofortiges Brechen der Kruste mit Hacke oder Walze.

In ähnlicher Weise kann Förderung der Entwicklung auch in vorgerückterem Stadium von Bedeutung sein, wobei dann auch noch andere mehr oder weniger zur Therapie zu rechnende und dort behandelte Gesichtspunkte maßgebend werden, vor allem das Bestreben, befallenen Pflanzen die Überwindung der Krankheit zu erleichtern und Schädlinge zu vernichten, wie es z. B. mechanisch durch das Walzen geschieht.

Hier sei besonders auf die Hackarbeit in den Rübenschlägen hingewiesen. Blunck und Janisch[4]) meinen, durch Intensivierung der Hacktätigkeit und durch rechtzeitiges Walzen der Rübenschläge sowie verstärkte Kopfdüngergaben, durch Aufschieben des Verziehens der Rüben in ausgesprochenen Fraßherden und durch Niederhalten der Gänsefußunkräuter lasse sich der durch die Rübenaaskäfer verursachte Schaden eindämmen, wenn auch nicht bis zur wirtschaftlichen Bedeutungslosigkeit herabmindern. In der gleichen Richtung äußern sich Bremer und Kaufmann[5]) sowie Wille[6]) hinsichtlich der Rübenfliege bzw. der Rübenblattwanze. Sie betonen, daß der Niederhaltung des Rübenfliegenschadens grundsätzlich alle Maßnahmen dienen, die geeignet sind, die Rübe selbst in ihrem Wuchs zu fördern und zu kräftigen.

Andererseits können Kulturmaßnahmen auch nachteilige Folgen haben.

So machen Blunck und Ludewig[7]) darauf aufmerksam, daß Walzen des Hafers nach dem Auflaufen den Befall durch die Fritfliege begünstigt. Das gleiche scheine für Eggen und Hacken zu gelten, wenn dieses mit dem fritanfälligen Stadium zusammenfalle. Durch die Bearbeitung des Bodens werde die Pflanze zu kräftigerer Bestockung angeregt, aber anscheinend gleichzeitig im Wuchs vorübergehend gestört, die Dauer der Anfälligkeit also verlängert. Es empfehle sich daher, den Boden bei Fritgefahr während der Bestockungszeit der Pflanze nicht oder nur vorsichtig zu rühren.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Warnung Mitscherlichs[8]) vor der Anwendung der Behäufelungsmethode im Getreidebau bei Fritfliegengefahr, da

---

[1]) Appel, O., Fusarium als Erreger von Keimlingskrankheiten. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **13**, 1925, 297.

[2]) Braun, H., Der Wurzeltöter der Kartoffel. *Rhizoctonia solani*. Berlin 1930, S. 111. — Stapp, C., Die Schwarzbeinigkeit und Knollennaßfäule der Kartoffel. Biolog. Zentralanst. Braunschweig, Flugblatt E 2 1949.

[3]) Peters, L., Der Wurzelbrand der Rüben. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 44, 1926.

[4]) Blunck, H. und Janisch, R., Bericht über Versuche zur Bekämpfung der Rübenaaskäfer im Jahre 1923. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **13**, 1925, 491.

[5]) Bremer, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege. *Pegomyia hyoscyami*. Berlin 1931, S. 88.

[6]) Wille, J., Die Rübenblattwanze. *Piesma quadrata Fieb.* Berlin 1929, S. 103.

[7]) Blunck, H. und Ludewig, K., Die Fritfliege. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 9, 1930.

[8]) Mitscherlich, E. A., Steigerung der Pflanzenerträge unter dem Einfluß der Vegetationsfaktoren und der Bodenbearbeitung. Landw. Hefte Nr. 24. Berlin 1913, S. 30.

dann die Bestockung erst später eintrete als gewöhnlich, und zwar während der ersten Flugzeit.

In Obstplantagen darf nach Ansicht von Schramm[1]) der Boden in nassen Spätsommern nicht mehr gelockert werden, damit er weniger Wasser festhält und die Bäume infolgedessen eine bessere Holzreife gewinnen und gegen Frostschäden besser geschützt sind.

Daß schließlich auch die Unkrautvernichtung, vom hygienischen Standpunkt betrachtet, von Wichtigkeit ist, leuchtet ein, wenn man bedenkt, in wie hohem Maße das Unkraut eine normale Entwicklung der Kulturpflanzen zu beeinträchtigen[2]) und dadurch naturgemäß vermutlich auch zur Herabsetzung ihrer Widerstandsfähigkeit beizutragen vermag. Auf Einzelheiten einzugehen, würde in dem hier gezogenen Rahmen zu weit führen, um so mehr als die Frage der Unkrautbekämpfung noch an anderer Stelle bei den biologischen Bekämpfungsverfahren erörtert werden wird.

4. Düngung

Morstatt[3]) glaubt, daß die umfangreichste Betätigung der Pflanzenhygiene, soweit sie den Boden betrifft, auf dem Gebiet der Düngung liegt. Das mag insofern zutreffen, als in der Tat wohl über keine Frage, die irgendwie Berührungspunkte mit der Pflanzenhygiene aufweist, so viel geschrieben worden ist wie über die Möglichkeit, durch Düngung dem Auftreten von Pflanzenkrankheiten vorzubeugen. Daß diese in weitgehendem Maße gegeben ist, kann heute keinem Zweifel mehr unterliegen. Das ist ohne weiteres verständlich in denjenigen Fällen, in denen Krankheitserscheinungen auf den Mangel oder das Fehlen bestimmter Nährstoffe oder auf ungeeignete Bodenreaktion zurückgeführt werden können. Durch rechtzeitige Ergänzung der Nährstoffe und zweckentsprechende Verschiebung der Reaktion muß es gelingen, das Auftreten derartiger Erkrankungen zu verhindern. Wesentlich schwieriger aber liegen die Dinge, wenn es sich um den Einfluß der Ernährung auf die Anfälligkeit bzw. Widerstandsfähigkeit der Kulturpflanzen namentlich gegenüber Parasiten handelt. Klebahn[4]) warnt schon 1912 davor, aus gelegentlichen Beobachtungen über scheinbare Beziehungen zwischen parasitären Krankheiten und der Düngung sowohl im ganzen wie der Wirkung der Bestandteile des Düngers im einzelnen Schlüsse zu ziehen, da man nicht übersähe, welche mannigfaltigen Verhältnisse auf das Resultat eingewirkt haben könnten.

Wenn z. B. mitgeteilt werde, daß reichlich mit Stickstoff gedüngte Ericapflanzen im Winter stark an Botrytis litten, während nichtgedüngte gesund blieben, so sei das zwar eine interessante Einzelbeobachtung, die geeignet wäre, zu genaueren Untersuchungen anzuregen, nicht aber eine solche, aus der man bereits folgern dürfe, daß reichliche Stickstoffdüngung den Pilzbefall fördere.

---

[1]) Schramm, E., Die Düngung als Mittel zur Gesunderhaltung erkrankter Kulturpflanzen. Deutsch. Erwerbsgartenbau **44**, 1924, 194—195.

[2]) Braun, H., Warum Unkrautbekämpfung? Mitt. f. d. Landwirtsch. **49**, 1934, 401—403.

[3]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923. S. 145.

[4]) Klebahn, H., Grundzüge der allgemeinen Phytopathologie. Berlin 1912, S. 96.

Noch 1927 kommen Rippel und Ludwig[1]) zu dem Ergebnis, eine Durchsicht der Literatur über den Einfluß der Ernährung auf das Auftreten von parasitären Pflanzenkrankheiten biete ein sehr unerfreuliches Bild, weil diese Frage noch niemals exakt experimentell in Angriff genommen sei; man finde deshalb auch die widersprechendsten Angaben. Mit Recht betont darum auch Molz[2]), man dürfe sich nicht verhehlen, daß sehr viele der Angaben über den Einfluß der Düngung auf den Schädlingsbefall der Pflanzen der Beweiskraft entbehrten und deshalb nur mit Vorbehalt aufzunehmen seien. Merkenschlager[3]) meint geradezu, die Aufzeigung der Irrwege und Fehlmethoden einer vergangenen wissenschaftlichen Periode sei auf dem Gebiet der Pflanzenernährung besonders wichtig und nützlich. Dadurch, daß seit vielen Jahrzehnten Irrtümer durch die landwirtschaftliche Literatur geschleppt würden, sei die pflanzliche Diagnostik in hohem Grade unsicher geworden. Die früher zitierte Klage von Frank[4]) hat sicherlich gerade für die hier zu erörternden Fragen ihre besondere Berechtigung.

Der Einfluß der Düngung auf den Schädlingsbefall kann sich in sehr verschiedener Weise auswirken. Gassner[5]) unterscheidet zunächst einmal zwischen direkter und indirekter Einwirkung äußerer Faktoren auf das Auftreten von parasitären Krankheiten, je nachdem ob es sich um eine Beeinflussung der Entwicklung des Parasiten oder um eine solche der Pflanze handelt. Weiterhin nimmt Gassner eine Trennung zwischen „wirklicher" und „scheinbarer" Änderung der Anfälligkeit vor. Wenn eine Pflanze in verschiedenen Entwicklungsstadien unterschiedliche Anfälligkeit zeigt, so kann auf eine durch die Düngung verursachte wirkliche Änderung der Anfälligkeit nur geschlossen werden, wenn gleiche Entwicklungsstadien miteinander verglichen werden. Hat die Düngung dagegen lediglich eine Verschiebung im Entwicklungsablauf der Wirtspflanze und dadurch bedingten stärkeren Befall zur Folge, so handelt es sich nur um scheinbare Anfälligkeitsänderung. Die Verhältnisse können weiter durch biologische Rassenbildung des Parasiten kompliziert werden.

Die Frage, ob eine wirkliche Änderung der Anfälligkeit durch die Düngung bewirkt wird, ist lange Zeit umstritten gewesen.

Gassner und Hassebrauk[6]) haben darauf hingewiesen, daß Feldversuche für ihre Klärung wenig geeignet sind. Sie äußern dies Bedenken zwar nur für die von ihnen näher untersuchte Änderung der Rostanfälligkeit durch die Düngung und be-

[1]) Rippel, A. und Ludwig, O., Über den Einfluß des Ernährungszustandes der Gerste auf den Befall durch *Pleospora trichostoma Wint.* (Streifenkrankheit). Angew. Botanik **9**, 1927, 555.

[2]) Molz, E., Über die Züchtung widerstandsfähiger Sorten unserer Kulturpflanzen. Ztschr. f. Pflanzenzücht. **5**, 1917, 175.

[3]) Merkenschlager, F., Phosphorsäurefragen in der Pflanzenpathologie. Phosphorsäure **2**, 1932, 1.

[4]) Frank, A. B., vgl. S. 32.

[5]) Gassner, G., Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanzen und von äußeren Faktoren. Zentralbl. f. Bakteriol. II, **44**, 1916, 513, 589.

[6]) Gassner, G. und Hassebrauk, K., Untersuchungen über Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 536.

gründen es mit den niemals ganz gleichmäßig zu gestaltenden Infektionsverhältnissen, mit der Möglichkeit des Auftretens verschiedener Biotypen und mit wahrscheinlichen Unterschieden in der Entwicklung der Getreidepflanzen. Diese Einwände dürften aber mehr oder minder für alle Versuche über den Einfluß der Düngung auf die Anfälligkeit der Pflanze zutreffen, so daß die von Gassner und Hassebrauk ausgesprochenen Zweifel an der Brauchbarkeit von Feldversuchen für diese Fragestellung allgemeine Gültigkeit haben dürften. Um solche hat es sich aber bisher fast ausschließlich gehandelt. Erst Schaffnit und Volk[1]), Rippel und Ludwig[2]) und vor allem Gassner und Hassebrauk[3]) haben mit exakten Laboratoriumsversuchen begonnen. Der wesentliche Fortschritt der beiden letzteren Autoren besteht darin, daß sie durch Verwendung junger Pflanzen auch für Gleichheit der Entwicklungsstadien Sorge getragen haben. Für den Ausfall der Versuche ist weiter die Auswahl der richtigen Versuchspflanzen von entscheidender Bedeutung. Am geeignetsten sind Sorten mittlerer Anfälligkeit.

Bei solchen läßt sich, wie jetzt einwandfrei erwiesen ist, der Befall durch Düngegaben verhältnismäßig leicht und in beträchtlichem Ausmaß verschieben; „ihr Resistenzgrad ist offensichtlich von einer gewissen Labilität“[3]).

Wodurch diese Änderung der Anfälligkeit verursacht wird, ist noch nicht endgültig klargestellt.

Petri[4]) spricht ganz allgemein von einer Wirkung der Mineralsalze auf die histologischen, chemischen und funktionellen Eigenschaften des pflanzlichen Organismus. Im einzelnen können wir auf die verschiedenen zur Erklärung aufgestellten Theorien hier nicht eingehen. Wichtig ist aber der Hinweis von Schaffnit und Volk, es könne sich bei den mannigfaltigen Veränderungen, denen die Pflanze in morphologischer und physiologischer Hinsicht durch die Ernährung unterliege, immer nur um Teilerklärungen handeln; eine einheitliche Ursache für die Befallsunterschiede werde auch deshalb nicht vorliegen, weil die Anforderungen der verschiedenen Parasiten an den Wirt ganz verschiedene sind. Das zeigt, wie außerordentlich verwickelt die Beziehungen zwischen Anfälligkeit der Pflanzen und Düngung sind. Die Verhältnisse werden weiter dadurch kompliziert, daß wir es häufig nicht nur mit wirklichen Änderungen der Anfälligkeit zu tun haben, sondern daß in vielen Fällen lediglich die erwähnte scheinbare Änderung vorliegt.

Bei dieser Sachlage erscheint eine zum mindesten vorsichtige Bewertung der Ergebnisse von Feldversuchen nur zu gerechtfertigt. Auf der anderen Seite verdient die Warnung von Gassner und Hassebrauk[5]) vor unberechtigten Schlußfolgerungen aus Laboratoriumsversuchen weitgehende Beachtung.

---

[1]) Schaffnit, E. und Volk, A., Über den Einfluß der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten. 1. Teil. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankh. u. d. Immunität im Pflanzenreich Heft 3, 1928, 2. Teil, Phytopath. Ztschr. **1**, 1930, 535—574.

[2]) Rippel, A. und Ludwig, O., Über den Einfluß des Ernährungszustandes der Gerste auf den Befall durch *Pleospora trichostoma Wint.* (Streifenkrankheit). Angew. Botanik **9**, 1927, 541—560.

[3]) Gassner, G. und Hassebrauk, K., Untersuchungen über Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 536, 542.

[4]) Petri, L., La nutrizione della piante in rapporto alla predisposizione o alla resistenza di questa a cause patogene. Boll. R. Stas. Patol. Veget. **10**, 1930, 150.

[5]) Gassner, G. und Hassebrauk, K., Untersuchungen über Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 611.

„Bei der Beurteilung von Untersuchungsergebnissen über die Beziehungen zwischen Düngung und Auftreten von Parasiten wird leicht übersehen, daß die Mineralsalzernährung nicht nur die Befallsstärke, sondern in erster Linie auch die Ertragshöhe der verschieden gedüngten Pflanzen beeinflußt. Wenn bei bestimmter Düngung das Rostauftreten gesteigert wird, so ist diese Erhöhung des Rostbefalls naturgemäß nur dann bedenklich, wenn sie nicht durch eine gleichzeitige Wachstumssteigerung ausgeglichen wird. Wir haben im obigen u. a. festgestellt, daß Stickstoffgaben das Rostauftreten steigern. Andererseits wird durch eine Stickstoffdüngung die Entwicklung der Pflanzen an sich verbessert. Bei der praktischen Beurteilung des Rostbefalles muß also nicht nur dieser, sondern vor allem auch die Ertragssteigerung als Folge der Stickstoffdüngung berücksichtigt werden. Wenn wir von extremen Fällen absehen, erscheint daher eine gewisse Erhöhung des Rostbefalles infolge der Stickstoffdüngung unbedenklich, weil sie durch das bessere Wachstum der stärker gedüngten Pflanzen zumindest ausgeglichen wird."

Gassner und Hassebrauk betonen deshalb, daß für die praktische Beurteilung der Düngungsfrage ausschließlich Ertragsversuche zugrunde gelegt werden müssen und daß es nicht statthaft ist, aus einer Beeinflussung des Rostbildes durch die Düngung ohne weiteres Rückschlüsse auf die Art der anzuwendenden Düngung zu ziehen. Auch dieser Warnung darf allgemeine Gültigkeit zugebilligt werden.

Wenn hier somit kritische Prüfung der zahllosen Ratschläge für hygienische Düngung unserer Kulturpflanzen nachhaltig gefordert wird, so soll damit doch der Wert dieser Maßnahme in keiner Weise herabgesetzt werden. Er wird gekennzeichnet durch die Auffassung von Ludwigs[1]), welcher meint, es würde vermessen sein, wollte man behaupten, daß wir durch Anwendung von Mineraldünger sämtliche Krankheiten und Schädlinge mit einem Schlage beseitigen würden. Das eine aber stehe fest, daß wir durch sachgemäße Düngung unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der einzelnen Pflanzenarten und -sorten an Kali, Kalk, Phosphorsäure und auch an Stickstoff die Pflanzen widerstandsfähig gegen Krankheiten und Schädlinge erhalten können. Darüber hinaus sieht Merkenschlager[2]) es als eine überall geltende Regel an, daß eine harmonisch ernährte Pflanze erlittene Schäden leichter wieder wettmachen kann. Wie das im einzelnen zu geschehen hat, dafür lassen sich keine allgemeingültigen Angaben machen. Hiltner[3]) meint, es gehöre manchmal mehr gefühlsmäßiges Verständnis dazu, die richtigen Lebensbedingungen zu schaffen, als unsere auf oft recht mangelhaften Erkenntnissen fußende Erfahrung.

Daß für die Gewinnung gesunder Pflanzenbestände eine ihren Bedürfnissen entsprechende Ernährung eine selbstverständliche Voraussetzung bildet, bedarf kaum der Erwähnung. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß es zu mehr oder weniger schweren Entwicklungsstörungen kommen muß, wenn es an einem der entsprechenden Elemente fehlt oder ermangelt. Daß der Kreis der letzteren viel

---

[1]) Ludwigs, K., Der Einfluß des Düngers bei der Schädlingsbekämpfung. Prakt. Ratg. im Obst- u. Gartenbau **44**, 1929, 79.

[2]) Merkenschlager, F., Phosphorsäurefragen in der Pflanzenpathologie. Phosphorsäure **2**, 1932, 18.

[3]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 355.

weiter zu ziehen ist, als nach der alten Auffassung von den zehn notwendigen Elementen angenommen wurde, hat Bortels[1]) betont.

Er spricht die Vermutung aus, daß vielleicht sämtliche Elemente für irgendeinen biologischen Prozeß notwendig sind, und trennt dabei die Biokatalysatoren, d. h. die für die lebende Zelle unentbehrlichen Elemente mit enorm großem Wirkungsfaktor von den übrigen notwendigen Elementen. Bei diesen letzteren ist bekanntlich weniger ein absolutes Fehlen zu befürchten als ein relatives, ein nicht harmonisch abgestimmtes Nährstoffverhältnis. Besonders hingewiesen sei hier auch auf das von Hiltner[2]) aufgestellte „Kohlensäure-Mineralstoffgesetz", nach welchem zu große Mengen oder physiologisch nicht ausgeglichene Bodennährstoffe der Pflanze dann schädlich werden können, wenn diese nicht in der Lage ist, den aufgenommenen Mineralstoffen die nötigen Kohlenhydrate entgegenzustellen und sie damit aufzufangen.

Die für die verschiedenen Störungen charakteristischen Krankheitssymptome sind an anderer Stelle ausführlich beschrieben. Treten sie auf, dann ist es für hygienische Maßnahmen zu spät; es kann nur noch eine Heilung der erkrankten Pflanzen angestrebt werden. Andererseits werden aber die Krankheitssymptome auch Anlaß sein, der Erkrankung späterer Ernten von vornherein durch rechtzeitige Ergänzung der fehlenden oder unzureichend vorhandenen Elemente vorzubeugen. An die Stelle der Therapie tritt dann die Hygiene. Es ist aber wenig befriedigend, wenn wir zunächst das Auftreten krankhafter Störungen mit seinen nachteiligen Folgen abwarten müssen, um aus ihm die Erkenntnis von der Notwendigkeit hygienischer Maßnahmen abzuleiten. Deshalb bemüht man sich seit langem um Untersuchungsmethoden, die über das Fehlen oder den Mangel an notwendigen Elementen oder über ungeeignete Reaktion im Boden schon vor dem Anbau der Pflanze Aufschluß geben. Letzten Endes dienen also alle Bodenuntersuchungsverfahren zu nichts anderem als zur Schaffung der erforderlichen Unterlagen für pflanzenhygienische Maßnahmen.

Anweisungen, wie im einzelnen die Ernährung der verschiedenen Kulturpflanzenarten zu gestalten ist, um ihre gesunde Entwicklung zu gewährleisten, hat die Lehre von der Pflanzenernährung zu geben. Hier ist nur in die Besprechung solcher pathologischen Erscheinungen einzutreten, deren Verhütung im Rahmen der allgemeinen hygienischen Ernährung besondere Vorkehrungen erfordert.

Bei Erwähnung der sogenannten drei Bodenkrankheiten im engeren Sinne wurde bereits angedeutet, daß man ihrem Auftreten durch Bodenverbesserungsmaßnahmen vorbeugen könne.

Gegen die Urbarmachungskrankheit haben Hudig und Meyer[3]) ein sicher wirkendes Mittel im Kupfersulfat gefunden. Rademacher[4]) konnte allerdings zunächst

---

[1]) Bortels, H., Biokatalyse und Reaktionsempfindlichkeit bei niederen und höheren Pflanzen. Angew. Botanik **11**, 1929, 285—332.

[2]) Hiltner, E., Die Dörrfleckenkrankheit des Hafers und ihre Heilung durch Mangan. Landw. Jahrb. **60**, 1924, 689—770.

[3]) Hudig, J. und Meyer, C., Über die sog. „Urbarmachungskrankheit" als dritte Bodenkrankheit. Ztschr. Pflanzenernähr. u. Düng. A **8**, 1926, 15—52.

[4]) Rademacher, B., Erfahrungen über Auftreten und Verhütung der Urbarmachungskrankheit (Weißseuche) in Schleswig-Holstein. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst **11**, 1931, 10—13.

mit diesem Mittel keine befriedigenden Ergebnisse erzielen, wenigstens bei Anwendung vor und sofort nach der Frühjahrssaat, was er aber auf unzureichende Niederschläge zurückführt. Darüber hinaus hat er später[1]) zeigen können, daß das Aneignungsvermögen der Arten bzw. Sorten für bodeneigenes Kupfer sehr unterschiedlich ist. Auch er hat dann Gaben von 50—150 kg/ha empfohlen[2]), die auf Ackerland im Herbst vor der gefährdeten Frucht, spätestens aber vor der Saat, auf Grünland zeitig im Frühjahr in feinkörniger Form gestreut und leicht eingearbeitet werden. Gute Erfolge hat er auch mit Kupfernitrat gehabt, wie es im Raphanit und anderen kupferhaltigen Hederichbekämpfungsmitteln enthalten ist. Die beiden anderen Bodenkrankheiten, die moorkoloniale oder Dörrfleckenkrankheit und die Hooghalensche oder Versauerungskrankheit stehen insofern in Beziehung zueinander, als sie unter entgegengesetzten Verhältnissen der Bodenreaktion auftreten. Erstere zeigt sich bei ihrer Verschiebung nach der alkalischen, letztere bei einer solchen nach der sauren Seite, ohne daß freilich eine bestimmte Reaktion angegeben werden kann, bei welcher die eine oder die andere Krankheitsform aufzutreten beginnt, da hierfür die Art des Bodens und die auf ihn einwirkenden Faktoren maßgebend sind. Es steht heute auch fest, daß nicht die Reaktion als solche die eigentliche Ursache der Krankheitserscheinungen ist, worauf Hudig[3]) bereits 1924 hingewiesen hat. Vielmehr handelt es sich in beiden Fällen um einen sehr verwickelten Faktorenkomplex, über dessen Zusammenwirken im einzelnen noch keine völlige Klarheit gewonnen worden ist. Für die Dörrfleckenkrankheit steht weiter fest, daß das Vorhandensein einer ausreichenden Menge aufnehmbaren Mangans die Voraussetzung für ihre Verhinderung bildet. Auf diese Fragen ist an anderer Stelle dieses Handbuchs[4]) ausführlich eingegangen. Als hygienische Maßnahmen ergibt sich hieraus Anwendung von physiologisch sauren bzw. physiologisch alkalischen Düngemitteln. Durch Verabreichung ersterer bzw. Nichtverwendung letzterer soll ein Freimachen des bodeneigenen Manganvorrats angestrebt und auf diese Weise dem Auftreten der Dörrfleckenkrankheit vorgebeugt werden. Ihre gänzliche Unterdrückung läßt sich fast immer auch durch Gaben von 50—150 kg/ha Mangansulfat erreichen, die nicht zu früh, am besten kurz vor oder nach der Saat ausgestreut werden[5]). Versagen soll dieses Mittel nach Hudig und Meyer[6]) z. B. auf solchen Böden, auf denen vorher das Auftreten der Urbarmachungskrankheit durch Behandlung mit Kupfersulfat verhindert worden ist.

Von allgemeiner Bedeutung für den Pflanzenbau ist die Frage nach der Beeinflussung der Frostresistenz durch die Düngung.

Sie ist von Wartenberg[7]) sehr eingehend behandelt worden und braucht deshalb hier nur kurz gestreift zu werden. Zunächst ist in diesem Zusammenhang der Einfluß der Ernährung auf den Entwicklungsrhythmus von Bedeutung. Schaffnit und

---

[1]) Rademacher, B., Die Heidemoorkrankheit (Urbarmachungskrankheit) unter besonderer Berücksichtigung der Kupferfrage. Arb. Biol. Reichsanst. **21**, 1936, 531—603. — Kupfergehalt, Kupferbedarf und Kupferaneignungsvermögen verschiedener Hafersorten als Grundlage für die Züchtung gegen die Heidemoorkrankheit widerstandsfähiger Sorten. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. **47**, 1937, 545—560.

[2]) Rademacher, B., Die Heidemoorkrankheit. Biolog. Reichanst. f. Land- u. Forstwirtsch. Flugblatt **137**, 1935.

[3]) Hudig, J., Über die Kalkbedürftigkeit unserer Sandböden. Deutsche Landw. Presse **51**, 1924, 218—219. Neue Möglichkeiten der Ertragssteigerung auf Sandböden. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **40**, 1925, 392—398.

[4]) Dieses Handbuch Bd. I, 6. Aufl. Berlin 1932, 1. Teil S. 296; 2. Teil S. 134.

[5]) Rademacher, B., Die Dörrfleckenkrankheit. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt **136**, 1935.

[6]) Hudig, J. und Meyer, C., Über die sog. „Urbarmachungskrankheit" als dritte Bodenkrankheit. Ztschr. f. Pflanzenernähr. u. Düng. A **8**, 1926, 51.

[7]) Dieses Handbuch Bd. I, 6. Aufl. Berlin 1932. 1. Teil S. 475—592.

Volk[1]) fassen ihre Beobachtungen dahingehend zusammen, daß „Stickstoffmangel einen früheren Abschluß der Pflanzenentwicklung bedingt, die Vegetationsruhe aber verlängert, während Phosphorsäuremangel die Vegetation im Herbst ganz bedeutend hinauszögert, aber die Vegetationsruhe sehr verkürzt. Die Wirkung hoher Kaligaben macht sich bei normaler Stickstoffgabe ebenfalls in einer Beschleunigung, Fehlen von Kali in einer Verzögerung des Vegetationsablaufs bemerkbar." Wenn wir nun weiter wissen, daß mangelnde Reife des Holzes die Frostempfindlichkeit erhöht, so leuchtet ohne weiteres ein, daß die richtige Durchführung der Düngung für die Verhütung von Frostschäden von Bedeutung ist. Mit Recht wird deshalb im Obstbau vor Düngung mit Stickstoff im Herbst gewarnt[2]).

Eine andere Frage ist, ob die Düngung außer dieser indirekten Wirkung auf die Frostresistenz auch direkt diese zu beeinflussen vermag. Von vielen Seiten wird namentlich dem Kali eine die Frostresistenz steigernde Wirkung nachgesagt. So hat Faesler[3]) eine ganze Anzahl von Fällen zusammengestellt, in denen durch Gaben von Kali die Frostresistenz erhöht sein soll. Er erwähnt aber nicht die Untersuchungen von Wartenberg[4]), der die von Bolhuis behauptete Kälteresistenz steigernde Wirkung des Kalis auf Kartoffelpflanzen nachgeprüft hat und, gleichzeitig gestützt auf umfangreiche Untersuchungen über primäre und sekundäre Kälteresistenz bei Bohnensippen, zu dem Ergebnis kommt, daß die primäre Kälteresistenz, die gegenüber einer ersten Kälteeinwirkung zutage tritt, durch eine Gabe von 40%igem Kalisalz nicht nur nicht gesteigert, sondern im Gegenteil verringert wird. Für den praktischen Kartoffelbau hat seiner Überzeugung nach eine solche Düngung als Schutz gegen Frostschäden keine Bedeutung. Dhein[5]), der merkwürdigerweise ebenfalls Wartenberg nicht zitiert, glaubt, daß Kali in jeder Form die Kälteresistenz der Kartoffel erhöht, falls starker Kalimangel vorgelegen hat; steht Kali in mäßiger Menge zur Verfügung, so soll nur Kainit eine solche günstige Wirkung haben.

Demnach kann keineswegs generell mit einer Kälteresistenz steigernden Wirkung des Kalis gerechnet werden. Vielmehr sind die jeweiligen Bedingungen dabei von entscheidender Bedeutung. Die Kalidüngung kann nicht nur ohne Einfluß auf die Frostempfindlichkeit bleiben, sondern scheint diese unter Umständen sogar steigern zu können.

Weiter seien noch einige nichtparasitäre Erkrankungen einzelner Kulturpflanzenarten herausgegriffen, deren Auftreten durch zweckentsprechende Düngung vorgebeugt werden kann. Für das Getreide bildet die mangelnde Standfestigkeit, die vom Standpunkte des Pflanzenbauers zweifellos als pathologische Erscheinung zu werten ist, ein gutes Beispiel.

Schaffnit und Volk[1]) stellen als allgemeine Richtlinie auf, daß für die Ausbildung mechanisch wirksamer Elemente in oberirdischen Organen eine reichliche Versorgung mit Kali und Phosphorsäure erforderlich ist, während der Stickstoff als Nährstoff hier zurücktreten muß.

---

[1]) Schaffnit, E. und Volk, A., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie verschieden ernährter Pflanzen. Landw. Jahrb. **67**, 1928, 327, 325.

[2]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1916, S. 244.

[3]) Faesler, Die Kalisalze als Pflanzenschutzmittel. Berlin 1930.

[4]) Wartenberg, H., Über die Wirkung der Kalidüngung auf die Frostempfindlichkeit der Kartoffelpflanze. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **17**, 1930, 377—384. Über primäre und sekundäre Kälteresistenz bei Bohnensippen. Planta **7**, 1929, 347ff.

[5]) Dhein, A., Zur Frage der Frostschutzwirkung der Kalisalzdüngung. Landw. Jahrb. **78**, 1933, 789.

Über die Einwirkung der Düngemittel auf das Auftreten von Kartoffelkrankheiten meint Schlumberger[1]) zusammenfassend, daß wir über eine solche noch recht wenig Positives wüßten und daß besondere Hilfsmittel noch nicht empfohlen werden könnten. Vor allem sind es die Grau- und die Eisenfleckigkeit und der Abbau, für deren Verhütung der Düngung eine mehr oder minder wichtige Rolle beigemessen wird.

Die Graufleckigkeit oder das Blauwerden, das den Speisewert der Kartoffel stark beeinträchtigt, gehört zu den an anderer Stelle dieses Handbuchs ausführlich besprochenen Melanosen[2]). Nach den Untersuchungen von Ortwin-Botjes und Verhoeven[3]) kann man der Erscheinung durch starke Kaligaben wirksam vorbeugen. Merkenschlager[2]) meint allerdings, daß die auf diese Weise erzielten Erfolge sich nicht verallgemeinern ließen.

Mineralische Volldüngung schränkt nach Beobachtungen von Opitz[4]) die Eisenfleckigkeit stark ein.

Hinsichtlich des viel erörterten Zusammenhangs zwischen Düngung und Abbau vertritt Opitz[5]) den Standpunkt, daß dem Bedürfnis des Bodens und der Pflanze angepaßte Stickstoffgaben den Pflanzgutwert der Kartoffel zum mindesten nicht herabsetzen, daß dagegen Extreme nach oben und unten schädlich wirkten. Bis auf weiteres erscheine es angezeigt, sich an die allgemeinen Gesetze der Pflanzenernährung zu halten, d. h. für einen hinreichenden Vorrat an leicht löslicher Pflanzennahrung zu sorgen. In die gleiche Richtung weist es, wenn Remy[6]) seine Ansicht über die Beeinflussung des Pflanzgutwertes durch Düngung dahingehend zusammenfaßt, daß an wenig abbauenden Standorten der Pflanzwert durch reichliche Düngung kaum beeinträchtigt werde, in stärker abbauenden Lagen mäßige Düngung den Pflanzwert fördere und schwache Düngung nur in extremen Fällen die Gewinnung einwandfreier Kartoffeln ausschließe. Dem entspricht schließlich etwa auch, wenn Klapp[7]) meint, gesundheitsschädliche Wirkungen seien sowohl von zu geringer, wie von übermäßiger Düngung bekannt, aber die optimale Grenze schwanke von Fall zu Fall. Entsprechend seiner damaligen Auffassung vom Abbau als Folge von Leistungsüberspannungen ist die Düngung deshalb so zu wählen, daß Leistungsüberspannungen vermieden werden; für die Gewinnung von Pflanzkartoffeln wird Begrenzung der Düngung, Vermeidung unzeitiger Düngung und vor allem bestimmter Düngerformen, stärkere Betonung der Phosphatdüngung gefordert.

Bei den Zucker- und Futterrüben ist die Düngung von ausschlaggebendem Einfluß auf das Auftreten der Herz- und Trockenfäule.

Die Frage nach ihrer Ursache ist von Merkenschlager[8]) eingehend erörtert worden. Einig sind sich alle Autoren darin, daß man durch zweckentsprechende Düngung dem Auftreten der Krankheit wirksam vorbeugen kann. Dem früher mit ihr ursächlich in Verbindung gebrachten Auftreten von *Phoma betae* wird heute nur noch

---

[1]) Schlumberger, O., Kartoffelkrankheiten und Düngung. Superphosphat **6**, 1930, 51—52.

[2]) Dieses Handbuch Bd. I, 6. Aufl. Berlin 1932, 1. Teil, S. 204—207.

[3]) Ortwin-Botjes, I. und Verhoeven, W. B. L., Het blauworden von aardappeln, Tijdschr. over Plantenziekt **33**, 1927, 57—96.

[4]) Opitz, K., Die Eisenfleckigkeit der Kartoffel. Neue Mitt. f. d. Landw. 1949, **4**, 298.

[5]) Opitz, K., Der Kartoffelbau. Handb. d. Landw. Bd. 3. Berlin 1930, S. 159.

[6]) Remy, Th., Handbuch des Kartoffelbaues. Berlin 1928, S. 87.

[7]) Klapp, E., Der Abbau der Kartoffel als Folge von Leistungsüberspannungen. Pflanzenbau **10**, 1933, 177, 195.

[8]) Dieses Handbuch Bd. I, 6. Aufl. Berlin 1932, 1. Teil S. 291—296.

sekundäre Bedeutung beigemessen[1]). Nach den Untersuchungen von Brandenburg[2]) ist entscheidend, daß für ausreichende Mengen aufnehmbaren Bors durch Zufuhr von leicht löslichen borsauren Salzen gesorgt wird. Wimmer und Lüdecke[3]) sind allerdings seiner Auffassung entgegengetreten, daß Bormangel die Ursache der Herz- und Trockenfäule sei. Kaufmann[4]) gibt zu, daß wir noch nicht so weit sind, eindeutig alle Zusammenhänge zwischen dem Mangel an aufnehmbarem Bor einerseits, der Reaktion des Bodens und der Witterung andererseits erklären zu können; auf Grund umfangreicher Feldversuche sieht er es aber als feststehend an, daß wir auf den zur Herz- und Trockenfäule neigenden Böden die Krankheit durch Bor mit Sicherheit stark mindern, ja praktisch fast ganz unterdrücken können. Die optimale Wirkung ist bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit nach seinen Versuchen bei etwa 10 bis 15 kg/ha Borax zu erwarten. Im Einklang damit steht die Angabe von Meyer-Hermann[5]), daß durch Verabreichung von 10 bis 20 kg/ha technischem Boraxgries, der im Gemisch mit 1 dz/ha hochprozentigem Kali unmittelbar vor oder nach der Saat ausgestreut wird, das Auftreten der Herz- und Trockenfäule völlig verhütet werden konnte. Krüger, Wimmer und Lüdecke[6]) empfehlen außerdem die Verwendung eines industriellen Abfallproduktes, das im wesentlichen durch seine Fähigkeit, den Boden zu neutralisieren, vorbeugend wirken soll.

Auch der Glasigkeit der Steckrüben läßt sich durch Borax-Gaben, die unter Umständen bis zu 40 kg/ha zu steigern sind, vorbeugen[2]).

Über schwere Krankheitserscheinungen an Reben als Folge von Bormangel hat in neuester Zeit Wilhelm[7]) berichtet und zu ihrer Behebung Gaben von 50 kg Borsäure oder 75 kg Borax/ha empfohlen.

Von nicht parasitären Erkrankungen anderer Pflanzenarten seien hier noch die Gelte des Hopfens erwähnt, der man durch Vermeidung einseitiger Überdüngung mit Stickstoff vorbeugen kann[8]), das Aufspringen der Tomatenfrüchte, das Krauß[9]) durch reichliche Zufuhr von Phosphorsäure verhindern konnte, und die Chlorose des Weins, gegen deren Auftreten, falls es durch zu hohen Kalkgehalt des Bodens bedingt ist, physiologisch saure Düngemittel und außerdem ausreichende Mengen von Kali empfohlen werden[10]). Letzteres ist nach den Untersuchungen von Wilhelm[11]) auch entscheidend für die Verhütung der

---

[1]) Hirsch, K., Eukele opmerhingen over het hartrot van den suikerbiet. Tijdschr. Plantenziekten **43**, 1937, 115—120.

[2]) Brandenburg, E., Über die Grundlagen der Boranwendung in der Landwirtschaft. Phytopath. Ztschr. **12**, 1940, 1—112.

[3]) Wimmer, G. und Lüdecke, H., Ist Bormangel die Ursache der Herz- und Trockenfäule der Zuckerrüben? Mitt. d. Anhalt. Versuchsst. Bernburg Nr. 76, 1934.

[4]) Kaufmann, O., Die Verwendung von Bor zur Bekämpfung von Herz- und Trockenfäule der Rüben. Deutsche Zuckerindustrie **59**, 1934, 305—306.

[5]) Meyer-Hermann, K., Erfolgreiche Bekämpfung der Herz- und Trockenfäule der Rübe durch Borax. Pflanzenbau **11**, 1934, 24—28.

[6]) Krüger, W., Wimmer, G. und Lüdecke, H., Beitrag zur Frage der Bekämpfung der Herz- und Trockenfäule der Zuckerrüben. Mitt. d. Anhalt. Versuchsst. Bernburg Nr. 75, 1934.

[7]) Wilhelm, A. F., Bormangel — die Ursache schwerer Krankheitserscheinungen an Reben. Weinbau 1950, Heft 10.

[8]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 225.

[9]) Krauß, I., Ein Phosphorsäuredüngungsversuch zu Tomaten. Pflanzenbau **6**, 1929, 187—188.

[10]) Müller, K., Weinbau-Lexikon. Berlin 1930, S. 135.

[11]) Wilhelm, A. F., Zur Kenntnis von Kalimangelerscheinungen bei der Weinrebe Vitis vinifera L. Phytopath. Ztschr. **17**, 1950, 240—265.

Blattbräune (Brunissure) der Reben. Schließlich kennen wir auch im Obstbau krankhafte Erscheinungen, die zum mindesten zum Teil auf Ernährungsstörungen zurückgehen und dementsprechend durch zweckmäßige Düngung verhütet werden können. Es sei nur an den Gummifluß, an die Spitzendürre und an die Blattrandkrankheit[1]) erinnert.

Wesentlich undurchsichtiger noch als bei den nichtparasitären Krankheiten ist der Einfluß der Düngung auf das Auftreten der parasitären. Oben wurde schon auf die Schwierigkeiten einer richtigen Deutung der Zusammenhänge hingewiesen. Gäumann[2]) unterscheidet zwischen eusymtiontischen und parabiontischen Parasiten, je nachdem, ob es zwischen Wirt und Parasit zu einer auf einer gewissen Toleranz beruhenden Lebensgemeinschaft kommt oder beide sich nicht miteinander vertragen. Im ersten Fall begünstigt Schwächung der Wirtspflanze, im zweiten ihre Stärkung den Befall. Münch[3]) hat den echten Parasiten, die sich von lebendem Substrat ernähren und mit ihrem Wirt zugrunde gehen, wenn sie sich nicht vorher vermehrt haben, die Perthophyten gegenübergestellt, die zwar lebende Pflanzen befallen, aber dann nur von totem Gewebe leben, das sie selbst abgetötet haben. Das Auftreten letzterer wird deshalb durch Schwächung ihres Wirtes gefördert oder sogar erst ermöglicht, während erstere von der Schwächung ihres Wirtes unabhängig sind, im Gegenteil um so üppiger gedeihen können, je kräftiger ihr Wirt entwickelt ist. Rippel und Ludwig[4]) sprechen von syngenen und metagenen Parasiten. Erstere leben im oder am Samenkorn und wachsen mit ihrem Wirt gemeinsam hoch, letztere rufen nur lokal begrenzte Infektionen hervor, in deren Gefolge es zu einem Übergreifen auf die ganze Pflanze nur kommt, wenn Sekundärinfektionen eintreten. Auf beide Typen wirkt Überschuß bzw. Mangel in der Ernährung des Wirtes verschieden. Bei der großen Fülle von Einzelangaben kann es sich hier nicht darum handeln, diese möglichst vollständig aufzuführen, um so weniger als sie einer kritischen Prüfung häufig nicht standhalten. Vielmehr muß es genügen, an Hand einer Reihe von besonders charakteristischen und hinreichend gesicherten Beispielen zu grundsätzlichen Richtlinien zu gelangen.

Einigermaßen eindeutig liegen die Dinge, wenn wir beabsichtigen, der Erkrankung der Pflanze durch Beeinflussung ihres Entwicklungsrythmus vorzubeugen. Dieser kann, wie schon erwähnt, außer durch andere Maßnahmen auch durch die Düngung nicht unerheblich verändert werden. Wir werden also einer Pflanze, die nur in bestimmten Entwicklungsstadien anfällig gegenüber einem Parasiten ist, durch zweckentsprechende Düngung schneller über dieses Stadium hinweghelfen können und dadurch die Infektionsgefahr verringern.

So empfiehlt Krampe[5]) leichtlösliche Stickstoffgaben, um der Fusariumfußkrank-

[1]) Schowers, T. A. C., Die sog. „Blattrandkrankheit" bei Johannisbeeren und ihre Bekämpfung. Ernähr. d. Pflanze **25**, 1929, 297—300.

[2]) Gäumann, E., Pflanzliche Infektionslehre. Basel 1946, S. 346, 454.

[3]) Münch, E., Über einige Grundbegriffe der Phytopathologie. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten **39**, 1929, 276—286.

[4]) Rippel, A. u. Ludwig, O., Über den Einfluß des Ernährungszustandes der Gerste auf den Befall durch *Pleospora trichostoma Wint.* (Streifenkrankheit). Angew. Botanik **9**, 1927, 541—560.

[5]) Krampe, O., Fusarium als Erreger von Fußkrankheiten am Getreide. Angew. Botanik **8**, 1926, 255.

heit des Getreides vorzubeugen. Gäumann[1]) vermutet, daß die von ihm erzielte starke Zurückdrängung des Wurzelbrandes der Zuckerrüben durch sehr kräftige Volldüngungen weniger im kräftigeren Wuchs und einer größeren Widerstandsfähigkeit der jungen Pflanzen als vielmehr darin seine Ursache hat, daß diese infolge ihres rascheren Wuchses in den kritischen Juniwochen das empfängliche Entwicklungsstadium schon hinter sich hatten. Böning[2]) warnt vor einer übermäßigen Düngung des Tabaks mit Stickstoff, da eine solche leicht reifeverzögernd wirkt und dadurch den Befall durch *Sclerotinia sclerotiorum* erhöht. Ein solcher Erfolg kann unter Umständen auch dadurch zustande kommen, daß das Wachstum der Pflanze so beschleunigt wird, daß der Pilz mit ihr nicht Schritt zu halten vermag, wie das Tischler[3]) für *Uromyces pisi* auf *Euphorbia cyparissias* und Rippel und Ludwig[4]) für *Helminthosporium gramineum* auf Gerste nachgewiesen haben und wie es auch für *Ustilago avenae* von Brefeld[5]) angegeben worden ist.

Von großer Bedeutung kann auch die Verschiebung des Entwicklungsrhythmus zur Verhütung des Befalls durch tierische Schädlinge sein. Zum Schutz gegen die Schäden der Getreidefliegen empfiehlt Keese[6]) Kopfdüngung mit rasch wirkenden Stickstoffdüngern wie Kalksalpeter. Allerdings ist man sich über die beabsichtigte und erzielte Wirkung einer solchen Düngung nicht immer ganz einig. Häufig wird es sich auch um eine kombinierte Wirkung handeln. Rostrup und Thomsen[7]) wollen dadurch erreichen, daß das Sommergetreide vor der Eiablagezeit von *Oscinis frit* über das kritische 2—4-Blattstadium hinweg ist. Blunck und Ludewig[8]) dagegen meinen, daß zwar durch den Stickstoff der Wuchs gekräftigt und die Ausbildung von Seitentrieben angeregt, gleichzeitig aber auch die Dauer des anfälligen Stadiums verlängert werde. Der Befall des Weizens durch *Chlorops taeniopus* ist nach Watzls[9]) Beobachtungen vom Beginn des Schossens abhängig; frühes Schossen hat geringen, spätes starken Befall zur Folge. Mit Stickstoff reichlich versorgte Weizen und Gerste werden deshalb in einem vorgerückteren Entwicklungsstadium von der Halmfliege heimgesucht werden. Zu dem gleichen Zweck warnt man allerseits in England vor einer vegetationsverlängernden Stickstoffüberschußdüngung, namentlich bei später Darreichung, und empfiehlt Superphosphat zur Beschleunigung der Ährenausbildung. Appel[10]) glaubt allerdings ebenso wie Acker[11]), daß der Hauptvorteil einer Düngung mit Kali und Phosphorsäure auf einer beschleunigten Ausbildung des Festigungs-

---

[1]) Gäumann, E., Über die Bekämpfung des Wurzelbrandes der Zuckerrüben. Landw. Jahrb. d. Schweiz **42**, 1928, 580.

[2]) Böning, K., Zur Biologie und Bekämpfung der Sclerotienkrankheit des Tabaks *(Sclerotinia sclerotiorum [Lib.] Massee)*. Phytopath. Ztschr. **6**, 1933, 173.

[3]) Tischler, G., Untersuchungen über die Beeinflussung von *Euphorbia cyparissias* durch *Uromyces pisi*. Flora **104**, 1912, 1—64.

[4]) Rippel, A. und Ludwig, O., Über den Einfluß des Ernährungszustandes der Gerste auf den Befall durch *Pleospora trichostoma Wint.* (Streifenkrankheit). Angew. Botanik **9**, 1927, 541—560.

[5]) Brefeld, O., Untersuchungen auf dem Gesamtgebiet der Mykologie. Heft 11, 1895, 23—43.

[6]) Keese, K., Wie können wir Winter- und Sommersaaten gegen die Schäden der Getreidefliegen schützen? Landbau und Technik **7**, 1931, Nr. 3.

[7]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 284.

[8]) Blunck, H. und Ludewig, K., Die Fritfliege. Biolog. Reichanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 9, 1930.

[9]) Watzl, O., Über die Anfälligkeit verschiedener Weizensorten für die Halmfliege *(Chlorops taeniopus Meig.)*. Ztschr. f. angew. Entomol. **18**, 1931, 133—153.

[10]) Appel, O., Getreidekrankheiten. Berlin 1931, Tafel 17.

[11]) Acker, W., Verhütung von Halmfliegenbefall. Ernährung d. Pflanze **27**, 1931, 452—454.

gewebes beruht, auf die Blunck und Ludewig[1]) auch gegenüber der Fritfliege Wert legen. Entwicklungsbeschleunigung des Winterweizens durch Stickstoffgaben im Herbst und Frühjahr soll schließlich die Schäden durch *Hylemyia coaretata* mildern[2]).

Wachstumsförderung durch Stickstoffdüngung wird auch empfohlen, damit die Gräser auf dem Grünland möglichst schnell der Gefährdung durch die Wiesenschnake[3]) entwachsen, während kali- und phosphorsäurehaltige Mineraldünger von Erdflöhen bedrohte Pflanzen rascher über das gefährliche Stadium des Befalls hinwegbringen sollen[4]). Gut bewährt hat sich aus dem gleichen Grunde eine Kopfdüngung mit Kali mit nachfolgender Gabe eines rasch löslichen stickstoffhaltigen Düngemittels in Fällen, in denen die Pflanzen durch Drahtwurmfraß gefährdet sind[5]). Allerdings handelt es sich dabei nicht nur um eine Wachstumsbeschleunigung, sondern auch um eine chemische Wirkung auf die Drahtwürmer, die vorübergehend vertrieben werden. Um eine Beeinflussung des Entwicklungsrhythmus zur Verhütung der Erkrankung handelt es sich auch, wenn Kopfdüngung mit Stickstoff während der Vegetation von Werneck[6]) zu Zuckerrüben und von Boshart[7]) zu Sellerie empfohlen wird. Hier spielt freilich schon die Frage der Resistenzänderung durch die Düngung hinein. Werneck läßt sich nämlich von dem Gesichtspunkt leiten, daß, wenn die für die *Cercospora*-Ausbreitung entscheidende Witterung im Juni kühl und feucht sei und dann gleichzeitig Stickstoffmangel herrsche, starker Befall folge, da die Pflanzen eine Periode geschwächten Widerstandes durchliefen und der Pilz optimale Entwicklungsbedingungen finde. Ähnlich will Boshart erreichen, daß die Selleriepflanzen durch die schnelle Aufnahme des Stickstoffs so kräftig neue Blätter hervortreiben, daß sie in ihrem gesunden Wachstum dem Erreger der Blattfleckenkrankheit *Septoria apii* lange Widerstand leisten. Wie weit mit derartigen Einflüssen der Düngung zu rechnen ist, wird gleich offenbar werden.

Beachtenswert ist in diesem Zusammenhang der Hinweis von Schaffnit und Meyer-Hermann[8]) auf den Einfluß, den die Düngung auf die Regenerationsfähigkeit der Pflanzen ausübt. Es wurde schon die Ansicht Merkenschlagers angeführt, daß eine harmonisch ernährte Pflanze erlittene Schäden leichter wieder wettmachen könne. Schaffnit und Meyer-Hermann haben festgestellt, daß Phosphorsäure und Stickstoff die Bewurzelung in außerordentlich hohem Maße beeinflussen; namentlich letzterer ist dazu berufen, die Pflanze zur Bildung von Adventivwurzeln und neuen Bestockungstrieben anzuregen. Diese gesteigerte Regenerationsfähigkeit ist möglicherweise in manchen Fällen die Ursache der scheinbaren Resistenzänderung durch die Düngung.

---

[1]) Blunck, H. und Ludewig, K., Die Fritfliege. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstw. Flugblatt 9, 1930.

[2]) Rostrup, S. u. Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 314.

[3]) Gasow, H., Die Bekämpfung der Wiesenschnake auf dem Grünland. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 75, 1932.

[4]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 52, 45.

[5]) Blunck, H., Lebensweise und Bekämpfung der Drahtwürmer. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 76, 1930.

[6]) Werneck, H. L., Neue Wege zur Bekämpfung der Blattfleckenkrankheit der Zuckerrübe. Fortschr. d. Landw. 6, 1931, 454—456.

[7]) Boshart, K., Richtige Ernährung und Düngung als Grundlage gesunden Pflanzenwachstums im Gemüsebau. Prakt. Blätt. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz 7, 1930, 264.

[8]) Schaffnit, E. und Meyer-Hermann, K., Einfluß der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. Phytopath. Ztschr. 2, 1930, 163.

Eine solche kann aber noch durch ganz andere Umstände bedingt sein. Um den Befall der Kartoffeln durch *Phytophthora infestans* zu verhüten, warnt Prjanischnikow[1]) vor einseitiger Stickstoff- und übermäßiger Stallmistdüngung. Eine nähere Begründung für diese Warnung ist nicht gegeben, so daß die verschiedensten Deutungen möglich sind. Einmal kann es sich auch hier lediglich um eine Änderung des Entwicklungsrhythmus handeln, die sich nach zwei verschiedenen Richtungen auswirken kann. Die Verlängerung der Vegetationsperiode durch die Stickstoffdüngung hat nach den Beobachtungen von Schaffnit und Volk[2]) zur Folge, daß die Pflanze das für den Befall günstigste Entwicklungsstadium später erreicht. Dadurch können unter Umständen die Entwicklungskurven von Wirtspflanze und Parasit besser zur Deckung gelangen. Eine andere Erklärung für die das Auftreten der Phytophthora begünstigende Wirkung des Stickstoffs nimmt Köhler[3]) an. Er vermutet eine ungünstige Konstitutionsänderung der Pflanze durch Stickstoff, die sie zur Ansteckung und Erkrankung geneigter mache. Wieder andere[4]) sehen in der Beeinflussung des Stickstoffhaushalts der Kartoffelpflanze durch die Stickstoffdüngung die Ursache der Dispositionsänderung, indem Erhöhung des Arginingehaltes die Anfälligkeit vermindert, Erhöhung des Gesamt-, Eiweiß-, Nichteiweiß- und Aminosäurestickstoffgehaltes sie steigert. Vielleicht findet aber eine das Auftreten der Phytophthora begünstigende Wirkung des Stickstoffs auch lediglich durch die üppige Entwicklung der Stauden und die dadurch bedingten mikroklimatischen Veränderungen innerhalb des Bestandes ihre Erklärung. Daß wir auch auf solche Folgen der Düngung zu achten haben, zeigen Schaffnit und Böning[5]). Sie weisen darauf hin, daß sich ohne genügende Versorgung mit Kali schirmartig geschlossene Pflanzen von *Phaseolus vulgaris* mit gestauchten Achsen entwickeln, die der Gefahr der Infektion durch den Erreger der Brennfleckenkrankheit besonders ausgesetzt sind und dessen Entwicklung begünstigen. Phosphorsäure dagegen habe sich insofern als richtig erwiesen, als sie bei reichlicher Gabe besonders lockere, offene, dem Luftzug und der Sonne zugängliche Pflanzen erzeuge. Auch Gassner[6]) macht darauf aufmerksam, daß eine üppigere Entwicklung der Getreidepflanzen infolge Stickstoffdüngung dichteren Bestand bedinge, damit aber höhere Luftfeuchtigkeit und bessere Keimungsbedingungen für die Rostsporen zur Folge haben könne. Volk[7]) freilich glaubt, derartige Er-

---

[1]) Prjanischnikow, D. N., Spezieller Pflanzenbau. Berlin 1930, S. 90.

[2]) Schaffnit, E. und Volk, A., Über den Einfluß der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten (1. Teil). Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankh. u. d. Immunität im Pflanzenreich Heft 3, 1927, 10.

[3]) Köhler, E., Anmerkungen eines Pflanzenpathologen zum Thema: Stickstoffdüngung und Pflanzwert der Kartoffel. Kartoffel **5**, 1925, 152—154.

[4]) Nach Gäumann, E., Pflanzliche Infektionslehre. Basel 1946, S. 459.

[5]) Schaffnit, E. und Böning, K., Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankh. u. d. Immunität im Pflanzenreich. I. Mitt. 1925, 180.

[6]) Gassner, G., Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanze und von äußeren Faktoren. Zentralbl. f. Bakt. II. **44**, 1916, 617.

[7]) Volk, A., Einflüsse des Bodens, der Luft und des Lichtes auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Krankheiten. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 83.

scheinungen anders erklären zu müssen. Die hohen Schädigungen, die in der Praxis meist in diffusem Licht und feuchter Luft, also in geschlossenem Bestand, auftreten, sind seiner Ansicht nach weniger darauf zurückzuführen, daß diese Umweltbedingungen dem Wachstum und der Verbreitung der Parasiten besonders günstig sind, als darauf, daß die durch diese Umweltfaktoren beeinflußte Pflanze dem Angriff der Pilze gegenüber besonders empfindlich ist. Die gleiche Vorstellung schwebt Pichler[1]) vor, der eine Stickstoffdüngung des Getreides im Herbst für sehr gefährlich hält, weil sie leicht schwammiges Gewebe erzeuge und dadurch den Fusarium-Befall begünstige, während Neuhaus[2]) für Knapphaltung der Stickstoffzufuhr eintritt, um einen zu dichten Pflanzenbestand zu vermeiden, demnach also wohl auch eine ungünstige Beeinflussung des Mikroklimas befürchtet. Schließlich kann die durch die Düngung veränderte Entwicklung des Wirtspflanzenbestandes diejenige des Parasiten auch noch in einer Richtung beeinträchtigen, auf die Hiltner[3]) aufmerksam gemacht hat. Dieser Autor vermutet nämlich, daß die günstige Wirkung einer Düngung mit Kali und Phosphorsäure gegen das Auftreten von *Orobanche minor* vielleicht auf die starke Förderung des Wachstums des Klees und die dadurch bedingte Unterdrückung des Kleeteufels in dem rasch geschlossenen und dichten Bestand zurückzuführen ist.

Es steht außer Frage, daß die bisher erwähnten Folgen der Düngung, die vorwiegend die scheinbare Änderung der Anfälligkeit im Sinne Gassners ausmachen, vielfach nicht hinreichend gewürdigt und gegenüber der wirklichen Änderung der Anfälligkeit durch die Düngung vernachlässigt worden sind. Meint doch Vavilov[4]) geradezu, daß die widersprechenden Anschauungen über den Einfluß der Düngung auf die Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber parasitären Angriffen durch die Verwechslung scheinbar geminderter oder erhöhter mit wirklich veränderter Anfälligkeit ihre Erklärung fänden, indem durch Salpeterdüngung gewöhnlich die Vegetationsperiode und damit auch die Möglichkeit zur Infektion verlängert werde, während eine Phosphatdüngung die umgekehrte Wirkung hervorrufen könne. Nur die Berücksichtigung der vielartigen Nebenwirkungen der Düngung kann Widersprüche verständlich machen wie beispielsweise solche in der Abhängigkeit des Auftretens der Rostpilze von der Düngung.

Während Hiltner[3]) angibt, daß das Auftreten des Gelbrostes im Gegensatz zu demjenigen des Schwarzrostes durch Stickstoffdüngung nicht begünstigt werde, im Gegenteil ersterer sich in manchen Jahren eher dort in stärkerem Maße zeige, wo ein gewisser Mangel an Stickstoff vorhanden sei, haben Gassner und Hassebrauk[5]) beobachtet, daß sämtliche von ihnen untersuchte Rostarten, darunter auch *Puccinia glumarum*, grundsätzlich die gleiche Beeinflussung durch die Mineralsalzernährung zeigen.

---

[1]) Pichler, F., Der Schneeschimmel. Fortschr. d. Landw. **8**, 1933, 152.

[2]) Nach Hoffmann, Weizenanbau und Fußkrankheit. Landw. Wochenbl. f. Schleswig-Holstein **82**, 1932, 556.

[3]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 152, 75.

[4]) Vavilov, N., Immunity of plants to infections diseases. Moskau 1918, S. 228.

[5]) Gassner, G. und Hassebrauk, K., Untersuchungen über Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 609.

Andererseits kann es aber, wie schon betont wurde, heute keinem Zweifel mehr unterliegen, daß unbeschadet der Nebenwirkungen der Düngung diese auch eine wirkliche Änderung in der Resistenz der Pflanzen hervorzurufen vermag.

Schon Laurent[1]) glaubte, den Nachweis hierfür erbracht zu haben, nachdem vor ihm bereits Liebig und andere diesen Gedanken ausgesprochen hatten, und zog daraus die Schlußfolgerung: „Pour préserver les champs cultivés des épidémies meurtrières ainsi occasionnées par des organismes ubiquistes, dont la destruction est impossible, il faudra recourir à des procédés fondés sur l'influence de l'alimentation minérale dans la résistance des plantes à leur parasite." Daß diese Forderung späterhin häufig falsch verstanden worden ist, zeigt der Hinweis von Molz[2]), die allgemeine Ansicht, daß ein sehr gut ernährtes Individium weniger anfällig sei als ein schlecht ernährtes, bedürfe sehr der Einschränkung. Ist doch Hoffmann[3]) sogar zu dem Ergebnis gekommen, daß je vollkommener die Düngung der von ihm beobachteten Obstbäume war, um so stärker der Raupenbefall war. Daß auch diese Beobachtung nicht verallgemeinert werden darf, ist späterhin von Reh[4]) betont worden: „Wir wissen aus zu vielen Erfahrungen, daß gut gepflegte und gedüngte Pflanzen nicht nur vom Insektenbefall weniger leiden als schwächliche, sondern ihm auch im allgemeinen weniger ausgesetzt sind. Wir müssen daher bestrebt sein festzustellen, welche Schädlinge und durch welche Düngung sie begünstigt werden. — Kräftige, richtige, den Verhältnissen entsprechende Pflege und Düngung bekommt den Bäumen und den anderen Kulturpflanzen am besten. Jede Unterlassung rächt sich ebenso wie jede Übertreibung. Es gilt auch hier, für jede Pflanze, für jedes Alter, jeden Standort usw. das Optimum zu suchen."

Um die exakte Klärung der Frage nach dem Einfluß der Düngung auf die Anfälligkeit der Pflanzen haben sich Schaffnit und Volk[5]) und namentlich Gassner und Hassebrauk[6]) bemüht. Schaffnit und Volk fassen die Ergebnisse ihrer Untersuchungen an den verschiedensten Pflanzenarten und mit den verschiedensten Parasiten dahingehend zusammen, daß jede Nährstoffkombination, bei der Stickstoff oder Phosphorsäure deutlich ins Minimum gerät, das Pilzwachstum hemmt, während auf Pflanzen, die in keiner Weise an diesen beiden Nährstoffen Mangel leiden, die untersuchten Parasiten die günstigsten Lebensbedingungen finden. Auf Grund dieser Ergebnisse geben sie für die

---

[1]) Laurent, E., Recherches experimentales sur les maladies des plantes. Rech. de Biol. Exper. **1**, 1901, 159.

[2]) Molz, E., Über die Züchtung widerstandsfähiger Sorten unserer Kulturpflanzen. Ztschr. f. Pflanzenzüchtg. **5**, 1917, 175.

[3]) Hoffmann, Beobachtungen gelegentlich des Raupenbefalls der Obstbäume im Frühjahr 1915. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **13**, 1915, 94.

[4]) Reh, L., Düngung und Insektenbefall. Ztschr. f. angew. Entom. **3**, 1916, 133.

[5]) Schaffnit, E. und Volk, A., Über den Einfluß der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen. 1. Teil. Forsch. a. d. Gebiet d. Pflanzenkrankh. u. d. Immunität im Pflanzenreich Heft 3, 1928; 2. Teil. Phytopath. Ztschr. **1**, 1930, 535—574.

[6]) Gassner, G. und Hassebrauk, K., Untersuchungen über Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 535—617.

Düngung zum Zweck der Verhütung von parasitären Erkrankungen, soweit sie von ihnen untersucht sind, folgende Richtlinien[1]):

„... Man wird von dem Gesichtspunkt des Parasitenschutzes allein aus betrachtet Überschußdüngungen von Stickstoff + Phosphorsäure vermeiden müssen, da reichliche Mengen dieser Nährstoffe zusammen immer für die Parasiten die günstigsten Lebensbedingungen zur Folge haben. Ebenso wird die alleinige Zufuhr hoher N-Mengen für die untersuchten Parasiten (ausgenommen Phytophthora) günstigere Entwicklungsmöglichkeiten bedingen, da wohl in den meisten Kulturböden hinlängliche Mengen an Phosphorsäure vorhanden sind, um den Ablauf aller Lebensprozesse der Pflanzen sicher zu stellen, also keinen sichtbaren Mangel an Phosphorsäure in die Erscheinung treten zu lassen. Eine ungünstige Beeinflussung der Disposition der Pflanze für den Befall durch Parasiten ist dagegen nicht zu befürchten nach Kalidüngung. Die Begründung dafür, daß Kali an sich sogar scheinbar eine leichte Resistenzerhöhung verursacht, ist darin zu suchen, daß der Stickstoff im Wechselspiel der Nährstoffe am ersten Minimumfaktor wird, und daß hohe Gaben von Kali + Phosphorsäure einen zunächst schnelleren Verbrauch von N und danach eintretenden N-Mangel verursachen. Diese Regeln werden ja durch vielfältige praktische Erfahrungen bestätigt. Nur ist die bisherige Erklärung dafür, daß hohe Kali- bzw. Phosphorgaben die Resistenz, hohe Stickstoffgaben die Anfälligkeit erhöhen, dahin abzuändern, daß hohe Kali- und Phosphorsäuregaben bei gleichzeitig eintretendem N-Mangel die Resistenz erhöhen, und daß N-Überschuß die Anfälligkeit erhöht, wenn nicht Phosphorsäure ins Minimum gerät."

Schaffnit und Volk haben Befallsunterschiede erst von dem Zeitpunkt an festgestellt, in dem sich deutliche durch verschiedene Ernährung bedingte Entwicklungsunterschiede bemerkbar machten, nicht dagegen im Jugendstadium. Diese Ergebnisse ließen demnach noch die Frage offen, ob es sich bei der beobachteten Resistenzänderung als Folge der Düngung nicht doch lediglich um eine scheinbare, durch die unterschiedliche Entwicklung bedingte handele. Gassner und Hassebrauk haben deshalb zu ihren Rostinfektionsversuchen nur junge Getreidepflanzen nach Erscheinen des zweiten Blattes benutzt. Im Gegensatz zu Schaffnit und Volk konnten sie nach verschiedener Düngung auch an solchen Pflanzen, die sich im Jugendstadium, also im homologen Entwicklungsstadium befanden, einwandfrei Unterschiede in der Anfälligkeit beobachten, sobald sie mäßig resistente bzw. schwach anfällige Sorten prüften. Hoch resistente und hoch anfällige, wie Schaffnit und Volk sie verwandten, ließen dagegen fast gar keinen Einfluß der Mineralsalzdüngung erkennen, so daß sich hieraus der Widerspruch zwanglos erklären läßt. Die von ihnen festgestellten Einflüsse der Düngung fassen sie dahingehend zusammen[2]):

„Bei gleichzeitiger Konstanz der übrigen Nährstoffe bewirken steigende Kaligaben eine eindeutige Verschiebung des Rostbildes nach der resistenten Seite hin. Bei gleichzeitiger Änderung der Stickstoff- und Phosphorsäureernährung wirkt Kali um so stärker hemmend, je mehr es im Überschuß zu Stickstoff oder zu Phosphorsäure gegeben wird. Außerdem ist die Stärke der Kaliwirkung gleichzeitig von dem gegenseitigen Mengenverhältnis von Stickstoff zu Phosphorsäure abhängig ... Stickstoff wirkt in allen Fällen rostfördernd und zwar um so stärker, je mehr Stickstoff im Über-

[1]) Schaffnit, E. und Volk, A., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie verschieden ernährter Pflanzen. Landw. Jahrb. **67**, 1928, 328.

[2]) Gassner, G. und Hassebrauk, K., Untersuchungen über Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Phytopath. Ztschr. **3**, 1931, 610.

schuß zu Kali und Phosphorsäure gegeben wird. Das Ausmaß der Stickstoffwirkung hängt weiter von dem gegenseitigen Verhältnis von Kali und Phosphorsäure ab . . . Die Wirkung der Phosphorsäure hängt stets von dem gleichzeitigen Gehalt des Bodens an Kali und Stickstoff sowie ihrem gegenseitigen Verhältnis ab. Je nach dem Verhältnis von Kali zu Phosphorsäure zu Stickstoff erhöht Phosphorsäure entweder die Resistenz oder steigert die Anfälligkeit. Eine Resistenzerhöhung liegt dann vor, wenn Phosphorsäure im Vergleich zu Kali und Stickstoff im Überschuß vorhanden ist. Zu einer Steigerung der Anfälligkeit kommt es bei einem relativen Überwiegen von Kali und Stickstoff . . . Im übrigen sind die Wirkungen von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff auf das Rostverhalten der Pflanzen derart eng miteinander verknüpft und gegenseitig bedingt, daß es nicht immer möglich ist zu entscheiden, ob der jeweils im Überschuß gegebene Faktor oder der gleichzeitig verursachte Mangelzustand der anderen Faktoren für das Rostverhalten ausschlaggebend ist. Ferner ist bei der Beurteilung der Mineralsalzeinwirkung auf die Resistenzverschiebungen der Nährpflanze gleichzeitig auch die Bedeutung der Assimilationstätigkeit der Blätter als variabler Faktor zu berücksichtigen."

Auf die Bedeutung dieses Fehlers weisen Untersuchungen von Sempio[1]) über Veränderungen des Gleichgewichts zwischen Assimilation und Atmung hin. Setzt man dieses bei gesunden Pflanzen gleich 1, so schwankt es bei solchen im Zustand der Prädisposition zwischen 0,3 und 0,8, bei solchen im Zustand der Abwehr zwischen 1,2 und 1,8. Bei kranken Pflanzen ist es kleiner als 0,2 oder größer als 2. Wieweit diese Ergebnisse zu verallgemeinern sind, bleibt abzuwarten.

In Übereinstimmung mit den exakten Laboratoriumsuntersuchungen haben Acker und König[2]) in Feldversuchen eine spezifisch rosthemmende Wirkung der Kalisalzdüngung feststellen können. Den Hauptunterschied ihrer Auffassung gegenüber derjenigen von Schaffnit und Volk sehen Gaßner und Hassebrauk darin, daß erstere Stickstoff und Phosphorsäure in den Vordergrund stellen und das Eingreifen des Kali nur nebensächlich behandeln, nach ihren eigenen Versuchsergebnissen dagegen ein Verständnis des ganzen Fragenkomplexes nur möglich ist, wenn Kali als gleichwertiger Faktor neben Stickstoff und Phosphorsäure gestellt wird. „Wir haben es nicht mit einer Gleichung mit zwei, sondern mit drei unbekannten Größen zu tun."

Neben diese drei unbekannten Größen tritt nun als vierte, nicht minder wichtige der Kalk, dessen wirksame Komponente jedoch meist nicht in dem Nährstoffgehalt zu suchen ist und der deshalb auch nicht mit den drei anderen Nährstoffen in dieselbe Gleichung aufgenommen wird. Lundegårdh[3]) hat darauf hingewiesen, daß viele Kalkpflanzen nicht deshalb auf Kalkböden gut gedeihen, weil sie viel Kalk als Nährstoff gebrauchen, sondern wegen der physikalischen Eigenschaften des Bodens oder wegen seines allgemeinen Nährstoffreichtums oder endlich wegen der neutralen oder alkalischen Reaktion, während andererseits kalkfliehende meistens nicht dem Ca-Ion an sich, sondern der alkalischen Reaktion entfliehen oder aber durch die bei Kalküberschuß gehemmte Permeabilität für andere Nährstoffe Schaden leiden. Wenn wir deshalb den Kalk in den Dienst der Pflanzenhygiene stellen wollen, müssen wir jede dieser ver-

---

[1]) Sempio, C., Difesa, predisposizione e malattia intese come squiliboi funzionali. Phytopath. Ztschr. **17**, 1950, 287—292.

[2]) Acker, W. und König, F., Die Widerstandsfähigkeit des Getreides gegen Rostbefall und ihre Beeinflussung durch die Düngung. Ernährg. d. Pflanze **29**, 1933, 104.

[3]) Lundegårdh, H., Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. 2. Aufl. Jena 1930, S. 339.

schiedenartigen Wirkungen in Betracht ziehen. Ihre Vielartigkeit macht es auch erklärlich, daß der Kalk, wie Korff[1]) sich ausdrückt, als Vorbeugungsmittel wie im Kampf gegen zahlreiche Feinde der Kulturgewächse unschätzbare Dienste leistet. Soweit es sich dabei um fungizide und bakterizide Wirkungen handelt, ist an anderer Stelle dieses Handbuchs ausführlich darauf eingegangen. Allerdings ist eine scharfe Trennung zwischen Kalk als Vorbeugungs- und als Bekämpfungsmittel nicht immer möglich. Ebensowenig braucht hier noch der Einfluß des Kalkes auf nichtparasitäre Erkrankungen erörtert zu werden, da auf ihn bereits hingewiesen worden ist. Lediglich seine Bedeutung für das Auftreten parasitärer Erkrankungen ist noch zu behandeln. Dabei erhebt sich wiederum die Frage, wie weit durch Kalken eine wirkliche Resistenzänderung der Pflanze zu erzielen ist. Wenn beispielsweise auf Böden, die zur Verkrustung neigen, zur Verhütung des Wurzelbrandes Kalken empfohlen wird[2]), so wird damit eine physikalische Bodenverbesserung angestrebt, durch welche die Entwicklung der Pflanzen beschleunigt und das Stadium der Anfälligkeit abgekürzt werden soll. Es handelt sich also nur um scheinbare Resistenzänderung.

Mit der physikalischen Bodenverbesserung gehen nun andere Wirkungen des Kalkens parallel, unter denen, vom Standpunkt der Verhütung parasitärer Erkrankungen betrachtet, die Umstimmung der Bodenreaktion im Mittelpunkt des Interesses steht. Ebenso wie die höheren Pflanzen zeigen auch ihre Parasiten in ihrer Entwicklung eine mehr oder minder ausgesprochene Abhängigkeit von der Bodenreaktion. Für eine große Reihe von Schädlingen ist diese von Schaffnit und Meyer-Hermann[3]) untersucht worden.

Sie unterscheiden vier Gruppen, die litrophile, die mesantypiphile, die oxyphile und die astatische Gruppe, je nachdem ob alkalische, neutrale oder saure Bodenreaktion bevorzugt wird oder der Reaktionsbereich nicht eng begrenzt ist.

Kennen wir die Reaktionsansprüche der Wirtspflanze einerseits, ihres Parasiten andererseits und differieren diese hinreichend voneinander, so muß es durch entsprechende Abstimmung der Bodenreaktion gelingen, einem Befall wirksam vorzubeugen. Auch in diesem Falle haben wir es lediglich mit einer scheinbaren Änderung der Anfälligkeit zu tun. Dem Parasit werden die für seine Entwicklung erforderlichen Entwicklungsbedingungen entzogen, diejenigen für die Pflanze möglichst vorteilhaft gestaltet.

Das lehrreichste Beispiel in dieser Beziehung ist *Plasmodiophora brassicae*. Nach den Untersuchungen von Schaffnit und Meyer-Hermann gehört dieser Pilz zur Gruppe der Oxyphilen. Soll die Infektion der Pflanze verhütet werden, so muß ein p_H-Wert von über 7,5 angestrebt werden. Die dazu erforderlichen Kalkmengen führen jedoch leicht die Gefahr einer Überkalkung herbei, die ihrerseits wieder unmittelbare Schädigungen der Pflanzen hervorrufen kann. Bremer[4]) hat nun

[1]) Korff, G., Kalk als Pflanzenschutzmittel. Berlin 1929, S. 5.

[2]) Peters, L., Der Wurzelbrand der Rüben. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugbl. 44, 1929.

[3]) Schaffnit, E. und Meyer-Hermann, K., Einfluß der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. Phytopath. Ztschr. **2**, 1930, 103.

[4]) Bremer, H., Untersuchungen über Biologie und Bekämpfung des Erregers der Kohlhernie, *Plasmodiophora brassicae Woronin*. 2. Mitt.: Kohlhernie und Bodenazidität. Landw. Jahrb. **59**, 1924, 682.

gezeigt, daß auch eine Neutralhaltung des Bodens bereits genügt, um der Erkrankung wirksam vorzubeugen. In einem solchen Boden ist nämlich das Schlüpfen der Sporen gehemmt. Das hat eine Verringerung der Infektionsmöglichkeit und damit auch geringe Vermehrungsmöglichkeit zur Folge, so daß die Sporenzahl mit der Zeit immer mehr abnimmt.

Schaffnit und Meyer-Hermann empfehlen auf Grund ihrer Untersuchungen bei Parasiten wie *Rhizoctonia violacea* und *Plasmodiophora brassicae* nach voraufgegangener Kalkung die Reaktionsumstimmung auch durch Zugabe von physiologisch-alkalischen Düngemitteln zu fördern, bei nichtsäureverträglichen wie *Fusarium nivale, Ophiobolus graminis* und *Typhula graminum* aber physiologisch saure Düngemittel zu wählen. Korff[1]) führt eine große Reihe weiterer Beispiele an, in denen Kalken des Bodens dem Befall der Pflanzen durch Parasiten vorbeugen soll. Er meint, da saure Bodenbeschaffenheit erfahrungsgemäß insbesondere Pflanzenkrankheiten pilzlicher Natur sowie die Ansiedlung tierischer Bodenschädlinge begünstige, gelte die Beseitigung der sauren Bodenreaktion durch Kalk als sicher wirkende Maßnahme, um namentlich jene Pflanzen gesund zu erhalten, die gegen Säure empfindlich sind, was für die meisten unserer Kulturgewächse zutreffe. Ob diese Auffassung wirklich gerechtfertigt ist, muß zweifelhaft erscheinen. Zum mindesten kann sie experimentell vorerst nicht als ausreichend gesichert angesehen werden. Im Gegenteil, die von Schaffnit und Meyer-Hermann untersuchten Pilze zeigten weitaus in der Mehrzahl Neigung zur Bevorzugung alkalischer Bodenreaktion, während die Zahl der Pilze, die ausgesprochen saure Bodenreaktion bevorzugen, sehr gering ist. Demgemäß müßte sogar eher oder mindestens mit dem gleichen Recht eine Begünstigung saurer Bodenreaktion parasitären Erkrankungen vorbeugen. Im Einklang damit stehen Beobachtungen Eichingers[2]), der durch Anwendung von physiologisch sauren Düngemitteln wie schwefelsaurem Ammoniak, schwefelsauren Kalisalzen und Superphosphat den Schorf der Kartoffeln völlig oder nahezu zum Verschwinden bringen konnte, während physiologisch alkalische Düngemittel ihn begünstigten. Andererseits berichtet er von schweren Schäden durch *Rhizoctonia solani* auf kalkarmen Böden.

Eine Abhängigkeit tierischer Parasiten von der Bodenreaktion war bislang überhaupt nicht nachgewiesen. Blunck und Merkenschlager[3]) haben erst 1925 das ihres Wissens erste Beispiel für eine solche mitgeteilt, indem sie beobachteten, daß die Larven von *Agriotes*-Arten sich zum weitaus größten Teil unabhängig von der Art und Wüchsigkeit des Pflanzenbestandes im Acker in den Bezirken schwächster Basizität gesammelt hatten und auch vor ausgesprochen sauren Böden nicht zurückgeschreckt waren.

Es besteht also, von Einzelfällen abgesehen, im allgemeinen wenig Aussicht, dem Auftreten parasitärer Erkrankungen dadurch vorbeugen zu können, daß man eine Änderung der Bodenreaktion in einer die Entwicklung des Parasiten ungünstig beeinflussenden Richtung anstrebt.

Schließlich ist noch die Frage zu beantworten, wie weit eine wirkliche Änderung der Anfälligkeit der Pflanze durch Umstimmen der Bodenreaktion zu erzielen ist.

Durch Versuche mit Pilzen, die nur an oberirdischen Pflanzenteilen auftreten wie *Erysiphe graminis* und *Helminthosporium sativum*, konnten Schaffnit und Meyer-Hermann[4]) einwandfrei diese Möglichkeit nachweisen. Der Befall des Weizens durch

---

[1]) Korff, G., Kalk als Pflanzenschutzmittel. Berlin 1929.

[2]) Eichinger, Kartoffelschorf und Düngung. II. Superphosphat 1932, **8**, 10—17. — Kartoffelschorf und Düngung. Neue Mitt. f. d. Landw. 1949, **4**, 320.

[3]) Blunck, H. und Merkenschlager, F., Zur Ökologie der Drahtwurmherde. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst **5**, 1925, 95—98.

[4]) Schaffnit, E. und Meyer-Hermann, K., Einfluß der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. Phytopath. Ztschr. **2**, 1930, 107.

beide Parasiten wurde durch alkalische Bodenreaktion stark erhöht, durch saure stark gemindert. Das Umgekehrte beobachteten sie bei *Bacterium tabacum*. Mit sinkender Azidität wurden die Blattinfektionsflächen kleiner und blieben scharf gegeneinander abgegrenzt. Fischer und Gäumann[1]) nehmen den Nachweis der wirklichen Resistenzänderung der Wirtspflanze durch die Düngung auch für *Plasdiophora brassicae* als erwiesen an; in neuester Zeit hat freilich Gäumann[2]) den Rückgang des Befalls mit steigender Alkalität des Bodens vorwiegend durch eine Hemmung des Parasiten erklärt, glaubt dagegen bei *Ustilago laevis* die veränderte Disposition des Wirtes in Erwägung ziehen zu müssen.

Demnach steht die Möglichkeit, die Resistenz unserer Kulturpflanzen durch Änderung der Bodenreaktion zu erhöhen, außer Zweifel. Ob sie praktisch freilich von Bedeutung ist, erscheint fraglich im Hinblick auf das Verhalten des Weizens, der gerade bei der ihm am meisten zusagenden Bodenreaktion den stärksten Befall zeigte. Wenn diese Beobachtung natürlich auch in keiner Weise verallgemeinert werden darf, so muß doch vor übertriebenen Hoffnungen auf Verhütung parasitärer Erkrankungen durch Änderung der Bodenreaktion gewarnt werden. Arrhenius[3]) glaubt deshalb, das einzige, was man im allgemeinen machen könne, sei, daß man den Wirtspflanzen möglichst gute Lebensbedingungen schaffe. Selbst in Fällen, in denen Auftreten und Verbreitung von Bodenparasiten durch ungeeignete Bodenreaktion bedingt ist, darf ihre Unterdrückung, wie Schaffnit und Meyer-Hermann[4]) betonen, nie einseitig vom Standpunkt der Bodenreaktion allein aus beurteilt werden. Dagegen betrachten auch sie beim Auftreten aller durch Bodenparasiten hervorgerufenen Krankheiten als eine Maßnahme von grundsätzlicher Bedeutung die reichliche Zufuhr solcher Nährstoffe, welche die Pflanze in besonderem Maße zur Regeneration befähigen. Das gilt nach ihren Beobachtungen namentlich vom Stickstoff und auch von der Phosphorsäure.

Dem Kalk ähnlich hinsichtlich der Vielartigkeit ihrer Wirkung sind die natürlichen Düngemittel, auf die hier noch kurz eingegangen werden muß, soweit besondere Belange der Pflanzenhygiene es erfordern. Für die reine Nährstoffzufuhr gelten naturgemäß die bereits ausführlich erörterten Zusammenhänge, wobei der Hinweis Reinmuths[5]) zu beachten ist, daß insbesondere hohe Stallmist-, Jauche- und Fäkaliengaben unter Umständen eine einseitige Stickstoffwirkung mit ihren hygienisch nachteiligen Folgen auslösen können. Nicht hoch genug bewertet und eingeschätzt werden kann nach Honcamps[6]) Überzeugung die physikalische Wirkung der natürlichen Düngemittel, die

---

[1]) Fischer, E. und Gäumann, E., Biologie der pflanzenbewohnenden parasitischen Pilze. Jena 1929, S. 44.

[2]) Gäumann, E., Pflanzliche Infektionslehre. Basel 1946, S. 500.

[3]) Arrhenius, O., Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Leipzig 1926, S. 67.

[4]) Schaffnit, E. und Meyer-Hermann, K., Einfluß der Bodenreaktion auf die Lebensweise von Pilzparasiten und das Verhalten ihrer Wirtspflanzen. Phytopath. Ztschr. **2**, 1930, 162—163.

[5]) Reinmuth, E., Düngung, Düngemittel und Pflanzenschutz. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre. II. Berlin 1931, S. 891.

[6]) Honcamp, F., Düngung und Düngemittel. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre II. Berlin 1931, S. 17.

sich den künstlichen gegenüber auch durch einen besonders starken biologischen Einfluß auf den Boden auszeichnen. Daß damit wichtige Voraussetzungen für eine gesunde Entwicklung der Pflanzen erfüllt werden, bedarf kaum der Erwähnung. In dieser Hinsicht braucht nur an die früheren Ausführungen über Bodenverbesserung und Bodenbearbeitung erinnert zu werden. Honcamp führt aber auch eine ganze Reihe von ungünstigen Folgen bei unsachgemäßer Anwendung der natürlichen Dünger an, deren Vermeidung naturgemäß auch pflanzenhygienisch von Wichtigkeit ist. Daß unter Umständen sogar eine an sich vorteilhafte Beeinflussung des Bodens durch natürlichen Dünger parasitäre Erkrankungen begünstigen kann, zeigt das Beispiel des Wurzelschimmels an Reben.

Müller[1]) hält es für nützlich, Wurzelschimmelherde nicht mit Stallmist oder Kompost zu düngen. Als Begründung führt er an anderer Stelle an[2]), daß der Stalldung die Feuchtigkeit im Boden zurückhalte, sich nur langsam zersetze und für das Wachstum von *Rosellina necatrix* vorzügliche Bedingungen schaffe.

Von manchen Seiten wird nun eine solche Förderung des Auftretens parasitärer Erkrankungen in größerem Umfange befürchtet, die wir freilich hier nur am Rande zu streifen haben, da es sich dabei weniger um eine Beinflussung der Disposition des Wirtes als um eine solche des Auftretens oder der Entwicklung der Parasiten handelt.

So meint Reinmuth[3]), durch reichliche Stallmistzufuhr könne der Boden eine Brutstätte für pilzliche und tierische Schädlinge werden. Es sei eine allgemeine Erfahrungstatsache, daß die auf frisch mit Stallmist gedüngten Böden angebauten Gewächse meist stärker unter bestimmten Krankheiten und Schäden zu leiden hätten als nicht gedüngte bzw. mit künstlichen Düngemitteln behandelte Flächen. Reinmuth empfiehlt deshalb zur Vermeidung der Anlockung tierischer Parasiten durch den Geruch des organischen Düngers diesen zu stark anfälligen Kulturen schon zur Vorfrucht oder mindestens im Herbst zu geben und ihn gegebenenfalls tiefer unterzubringen. Jauchedüngungen unmittelbar vor oder während der Flugzeit von schädlichen Insekten seien zu vermeiden. Müller und Molz[4]) raten von einer frischen Stallmistdüngung im Frühjahr ab, da diese das Auftreten von *Agrotis segetum* fördere. Molz[5]) hat den gleichen Einfluß von Pferdemist auf *Bibio hortulanus* beobachtet. Rambousek[6]) empfiehlt, Stalldünger zu Rüben zu vermeiden, da er die Rübenfliege anlocke, während Baudys[7]) und Uzel[8]) aus dem gleichen Grunde dafür eintreten, ihn wenigstens im Herbst tief unterzupflügen. Illing[9]) hält organischen Dünger für unbedingt notwendig, möchte ihn aber in Form von „Edelmist" geben, der keine

[1]) Müller, K., Wurzelschimmel. Weinbaulexikon. Berlin 1930, S. 989.

[2]) Müller, K., Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung. Karlsruhe 1922, S. 85.

[3]) Reinmuth, E., Düngung, Düngemittel und Pflanzenschutz. Handb. d. Pflanzenernährung u. Düngerlehre II. Berlin 1931, S. 892.

[4]) Müller, H. C. und Molz, E., Beobachtungen über das Auftreten der Erdraupen der Saateule *(Agrotis segetum Schiff.)* im Jahre 1917. Ztschr. f. angew. Entomol. **5**, 1919, 43—46.

[5]) Molz, E., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Gartenhaarmücke *(Bibio hortulanus L.)*. Ztschr. f. angew. Entomol. **7**, 1921, 92—96.

[6]–[8]) Nach Bremer, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami Pz.* Berlin 1931, S. 89.

[9]) Illing, O., Schädlingsplagen durch organischen Dünger. Obst- und Gemüsebau **76**, 1931, 110—111.

Anlockung mehr ausübe. Kreuzpointner[1]) glaubt, daß mit Stallmist oder Jauche, besonders durch schlechtes Material und falsche Anwendung im Frühjahr die günstigsten Bedingungen für Pflanzenkrankheiten geschaffen würden. Alle Maßnahmen gegen die Kohlhernie sind seiner Überzeugung nach nutzlos, solange dem Kohl Stallmist oder Jauche gegeben wird[2]). Auch Boshart[3]) meint, fortgesetzte Stallmistdüngung, wie sie im Gartenbau üblich sei, scheine den Boden geradezu zu einer Brutstätte für *Plasmodiophora brassicae* zu machen. Ob diese verschiedenen Befürchtungen wirklich gerechtfertigt sind, muß vorerst fraglich erscheinen, zum mindesten soweit es die Anlockung von Insekten durch Geruch betrifft. Bremer und Kaufmann[4–6]) haben darauf aufmerksam gemacht, daß der exakte Nachweis einer Anziehungskraft tierischen Düngers auf *Pegomyia hyoscyami* in keinem Fall erbracht worden sei. Berger[7]) bezeichnet es geradezu als einen Irrtum in der Schädlingsplage, daß starke Düngung mit kräftig riechenden Dungstoffen gewisse für den Anbau einiger Gemüsearten sehr nachteilige Schädlinge anlocke. Er hat den Anbau von Karotten jahrelang wegen Befall mit *Psila rosae* aussetzen und eine zu 95% von *Chortophila brassicae* heimgesuchte Blumenkohlpflanzung erneuern müssen, obwohl er nur gute Komposterde und Mineraldünger, aber keine stark riechenden Dungstoffe verwandte.

Die Verhältnisse liegen also keineswegs so eindeutig, wie von manchen Seiten angenommen wird. Deshalb können auch über die allgemein gültigen Richtlinien für eine sachgemäße Anwendung der natürlichen Düngemittel hinaus schwerlich Vorschriften zur Verhütung parasitärer Erkrankungen gegeben werden, für deren Aufstellung die Ausarbeitung exakter Unterlagen Voraussetzung ist. Solche liegen aber bisher nur in vereinzelten Fällen vor. Hier seien vor allem die Versuche von Molz[8]) mit *Heterodera Schachtii* erwähnt.

Er hat festgestellt, daß Pferde-, Kuh- und Schafmist sich den Nematodenzysten gegenüber indifferent verhalten, Ziegen- und Taubenmist vielleicht eine gewisse Wirkung ausüben, Abortdünger dagegen zwar nicht bei Kontaktwirkung, wohl aber bei Geruchswirkung die Zahl der ausgeschlüpften Larven sicher erhöht. Molz warnt deshalb davor, Abortdünger vor der Rübenbestellung zu geben, da er den Nematodenbefall stark vermehren könne.

Der ungünstige Einfluß des Stallmistes auf pilzparasitäre Erkrankungen ist von Flachs und Kronberger[9]) an Hand des Auftretens der Kohlhernie experimentell geprüft worden.

Sie sind zu der Erkenntnis gelangt, daß Überdüngung eines Bodens mit Stallmist, wie sie bisher besonders in Gartenbetrieben üblich war, eine erhebliche Störung im Gleichgewichtszustand der Arten der Organismenflora des Bodens bedingt. Der dabei entstehende Schwefelwasserstoff bewirkt eine Änderung in der Zusammensetzung der

---

[1]) Kreuzpointner, J., Mehr natürliche Schädlingsbekämpfung auch im Gemüsebau. Obst- u. Gemüsebau **76**, 1930, 59.

[2]) Kreuzpointner, J., Kohlhernie und Düngung. Ernährung d. Pflanze **27**, 1931, 172—173.

[3]) Boshart, K., Richtige Ernährung und Düngung als Grundlage gesunden Pflanzenwachstums im Gemüsebau. Prakt. Blätter für Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **7**, 1930. 267.

[4—6]) Nach Bremer, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami Pz.* Berlin 1931, S. 89.

[7]) Berger, F., Ein Irrtum in der Schädlingsplage. Lehrm. im Garten u. Kleintierhof **24**, 1926, 437.

[8]) Molz, E., Reizphysiologische Versuche zur Bekämpfung der Rübennematoden *(Heterodera Schachtii)*. Fortschr. f. Landw. **3**, 1928, 337—346.

[9]) Flachs, K. und Kronberger, M., Zum Kohlhernieproblem. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **8**, 1931, 114.

Mikroflora des Bodens. Dadurch wird generell auch eine Schwächung der Umsetzungsprozesse in ihm herbeigeführt und so das Auftreten der Kohlhernie und wahrscheinlich auch anderer Pflanzenkrankheiten pilzparasitärer Art ganz wesentlich begünstigt.

Daß die Verwendung natürlicher Düngemittel noch in anderer Hinsicht nachteilig werden kann, sei hier nur angedeutet.

Gassner[1]) hat darauf aufmerksam gemacht, daß lokales Rostauftreten in Getreidefeldern an solchen Stellen, die stark mit organischem Dünger gedüngt sind, mit Verschiedenheiten der im Boden frei werdenden Kohlensäure in Zusammenhang stehen kann. Praktische Schlußfolgerungen dürften aus dieser Vermutung aber kaum zu ziehen sein. Weiter ist bekannt, daß die natürlichen Düngemittel zum Überträger von Krankheitserregern und Unkrautsamen werden können.

Sachgemäße Behandlung bietet aber auch gegen diese Gefahren weitgehenden Schutz. Andererseits sei noch auf eine günstige Folge der Gründüngung hingewiesen; nach allgemeiner Auffassung dämmt sie das Auftreten des Kartoffelschorfes ein[2]).

Die Betrachtungen über die Düngung im Rahmen der Pflanzenhygiene dürften zur Genüge gezeigt haben, daß ihre richtige Durchführung die Gesunderhaltung unserer Pflanzenbestände in hohem Maße zu fördern vermag. Auf der anderen Seite muß vor übertriebenen Erwartungen gewarnt werden; auch hier gilt die früher zitierte Mahnung v. Rümkers, alle in Betracht kommenden Faktoren in jedem Einzelfall sorgfältig abzuwägen. Wohin eine Überschätzung der in der Düngung gebotenen pflanzenhygienischen Möglichkeiten führen kann, mag folgendes Beispiel zeigen. Gold[3]) erwähnt die Auffassung verschiedener hervorragender Autoritäten über die Aussichten der Reblausbekämpfung und scheint diese sich auch selbst zu eigen zu machen. Aus der Erkenntnis, daß die vollständige Vernichtung der Reblaus unmöglich sei, wird empfohlen, die Summen, die alljährlich zur Bekämpfung dieses Schädlings vom Staate geopfert werden, zum Ankauf von künstlichen Düngemitteln zu verwenden; dem Weinbau würde dadurch bestimmt mehr gedient werden. Demgegenüber verdient der von Schaffnit und Volk[4]) eingenommene Standpunkt nachdrückliche Unterstreichung, daß alle durch die Ernährung verursachten modifikativen Veränderungen in der Resistenz der Pflanze, soweit es sich um deren innere Konstitution handelt, sehr viel weniger in die Waagschale fallen wie die durch erbliche Merkmale fixierte Disposition der Sorten unserer Kulturpflanzen.

c) Die Pflanze als unmittelbares Objekt hygienischer Kulturmaßnahmen

Die bisher besprochenen pflanzenhygienischen Kulturmaßnahmen beschäftigen sich durchweg mit dem Standort der Pflanze. Daneben bietet uns nun auch

---

[1]) Gassner, G., Die Frage der Rostanfälligkeit als ernährungsphysiologisches Problem. Angew. Botanik **9**, 1927, 539.

[2]) Schlumberger, O., Über das Verhalten der Kartoffelsorten gegen Schorf. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **42**, 1927, 200—202. — Millard, W. A. and Taylor, C. B., Antagonism of microorganisms as the controlling factor in the inhibition of scab by greenmanuring. Ann. appl. Biology **14**, 1927, 202—216.

[3]) Gold, H., Pflanzenschädlinge und Pflanzenernährung. Erf. Führer i. Obst- und Gartenbau **23**, 1923, 338—339.

[4]) Schaffnit, E. und Volk, A., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie verschieden ernährter Pflanzen. Landw. Jahrb. **67**, 1928, 329.

diese selbst weitgehende Möglichkeiten, ihrer Erkrankung auf dem gleichen Wege vorzubeugen. Das ist teilweise bei der Standortsberücksichtigung schon angedeutet. Dort wurde schon darauf hingewiesen, daß das ökologische Optimum für die Pflanze weniger durch Wahl eines entsprechenden Standorts als vielmehr durch Auswahl von dem Standort angepaßten Kulturpflanzen zu erreichen sein wird. Richtige Arten- und Sortenwahl bilden deshalb gewissermaßen den Übergang zwischen den beiden Hauptgruppen pflanzenhygienischer Kulturmaßnahmen. Ihnen schließen sich Saat- und Pflanzgutauslese, Saatzeit- und -tiefe, Standweite, Pflege während des Wachstums, Erntezeit und Beseitigung der Ernterückstände an als Maßnahmen, die ausschließlich die Pflanze zum Objekt haben.

1. Fruchtwechsel

Die Erörterung der Standortsberücksichtigung hat als grundlegende Voraussetzung für eine gesunde Entwicklung der Pflanzen möglichst weitgehende Übereinstimmung zwischen den Wachstumsbedingungen des Standorts und den Ansprüchen der anzubauenden Pflanzen ergeben. Nun wissen wir, daß die Pflanzen selbst die jeweiligen Wachstumsbedingungen in nicht unerheblichem Maße zu verändern vermögen. Wiederholter Anbau einer Pflanzenart auf demselben Boden kann zu starkem Absinken der Erträge und krankhaften Wachstumsstörungen führen, jener Erscheinung, die früher unter dem Begriff der Bodenmüdigkeit besprochen worden ist. Zu diesen extremsten Wirkungen ständiger Aufeinanderfolge derselben Pflanzenart braucht es allerdings nicht immer zu kommen. Wir wissen, daß die einzelnen Pflanzenarten sich in der Unverträglichkeit mit sich selbst weitgehend voneinander unterscheiden. Roggen und Kartoffeln auf der einen Seite, Klee und Lein auf der anderen Seite können als Vertreter größter Verträglichkeit bzw. Unverträglichkeit mit sich selbst angesehen werden, zwischen die sich die anderen Pflanzenarten eingliedern. Um diesen nachteiligen Folgen fortgesetzten Anbaus derselben Fruchtart vorzubeugen, ist Fruchtwechsel unerläßlich, der naturgemäß um so zwingender wird, je weniger verträglich die Frucht mit sich selbst ist. Dabei zeigt jede einzelne Pflanzenart eine mehr oder minder spezifische Eignung als Vorfrucht, die wiederum modifiziert wird durch die Ansprüche der ihr folgenden Art.

Allgemeine Richtlinien für die Gestaltung des Fruchtwechsels an dieser Stelle zu geben, erübrigt sich, da sie in der landwirtschaftlichen Fachliteratur ausführlich behandelt worden sind. Allerdings ist das Problem der Fruchtfolge hier meistens vom Standpunkt der Betriebslehre erörtert worden, auf deren Gebiet seine wichtigsten Seiten liegen. v. Rümker[1]) hat als erster die physiologisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen in den Vordergrund seiner Darstellung zu rücken versucht, bei der die betriebswirtschaftlichen Belange nur als notwendige Ergänzung oder Korrektur herangezogen worden sind. Insofern sind also Müller und Molz[2]) durchaus im Recht, wenn sie 1919 meinen, immer deutlicher trete

[1]) Rümker, K. v., Über Fruchtfolge. Berlin 1906, S. 5.

[2]) Müller, H. C. und Molz, E., Beobachtungen über das Auftreten der Erdraupen der Saateule *(Agrotis segetum Schiff.)* im Jahre 1917. Ztschr. f. angew. Entomol. **5**, 1919, 45.

in der Landwirtschaft die Notwendigkeit einer sorgfältigen Beachtung des Fruchtwechsels unter pflanzenhygienischen Gesichtspunkten hervor; es werde nötig sein, dieses Moment zukünftig bei Aufstellung von Fruchtfolgen gebührend zu berücksichtigen. Andererseits dürfte diese Auffassung dem wahren Wesen der Pflanzenhygiene nicht ganz gerecht werden, da die beiden Autoren dabei offensichtlich nur die Verhütung des Auftretens von tierischen Parasiten oder zum mindesten von parasitären Erkrankungen im Auge haben. Der Begriff der Pflanzenhygiene ist aber, wie hier nicht mehr ausgeführt zu werden braucht, wesentlich weiter zu fassen. Letzten Endes dient der gesamte Fruchtwechsel, mögen auch andere Gesichtspunkte bei seiner Gestaltung maßgebenden Einfluß ausüben, lediglich pflanzenhygienischen Zielen; er muß geradezu als eine der ältesten pflanzenhygienischen Maßnahmen angesehen werden. Wenn trotzdem hier lediglich auf die Erörterung der Frage eingegangen wird, wieweit parasitären Erkrankungen durch eine zweckmäßige Fruchtfolge vorgebeugt werden kann, so hat das insofern seine Berechtigung, als nichtparasitäre Erkrankungen, soweit sie sich aus einer ungeeigneten Fruchtfolge ableiten, durch deren Umgestaltung nach den allgemein gültigen Grundsätzen ohne weiteres verhütet werden.

Bis zu einem gewissen Grade wird man dadurch auch parasitären Erkrankungen begegnen können, indem eine günstige Stellung in der Fruchtfolge abnormer Prädisposition vorbeugen wird.

Als besonders charakteristisches Beispiel für den Einfluß der Fruchtfolge auf die Prädisposition für parasitäre Erkrankungen sei die Schwarzbeinigkeit des Weizens genannt, deren Ursache man heute, wie früher erwähnt, in erster Linie in ungünstigen Standortsbedingungen sucht, die einen Befall durch *Ophiobolus graminis* nach sich ziehen. Crüger[1]) bezeichnet vom Standpunkt der Vermeidung der Schwarzbeinigkeit als günstigste Vorfrucht Erbsen, der sich in absteigender Reihenfolge Hafer, Kartoffeln, Rüben, Weizen, Rübsen und Raps, Schwarzbrache, Kleegras, Klee, Wickgemenge, Roggen, Gerste anschließen. Die nachteilige Wirkung der sonst so günstigen Vorfrüchte Klee Wickgemenge, Schwarzbrache, Raps und Rübsen führt er darauf zurück, daß durch diese Vorfrüchte, die durch sie hervorgerufene Schattengare und die mit ihrem Anbau verbundene sorgfältige Bodenbearbeitung verhältnismäßig viel Stickstoff in den Boden gebracht wird, ohne daß für entsprechende Zugabe von Kali und Phosphorsäure Sorge getragen wird. Das Mitsprechen der verschiedensten Faktoren macht auch die vielfachen Widersprüche in der Bewertung der Fruchtfolge erklärlich, und Crüger gibt deshalb der von ihm genannten Vorfruchtreihe nur für ostpreußische Verhältnisse Gültigkeit. Immerhin dürfte sie zum mindesten hinsichtlich der ungünstigen Wirkung von Roggen und Gerste, denen in der Mehrzahl der Fälle noch der Weizen zugesellt wird, allgemeine Anerkennung erfahren. So kommt Blunck[2]) zu der Zusammenfassung: „Je reicher die Fruchtfolge an Nichtgetreide, um so geringer, und umgekehrt, je reicher sie an Halmfrucht, um so größer ist die Gefährdung des Weizens durch Fußkrankheiten."

Neben der Beeinflussung der abnormen Prädisposition der Pflanze sind nun noch eine ganze Anzahl anderer Gesichtspunkte zu berücksichtigen, wenn wir durch die Fruchtfolge dem Auftreten parasitärer Erkrankungen entgegenarbeiten wollen. Allerdings ist es nicht immer ganz leicht, die Fruchtfolge als pflanzenhygienische Kulturmaßnahme scharf abzugrenzen. Im Kampf gegen die para-

[1]) Crüger, O., Schwarzbeinigkeit des Weizens. Superphosphat **6**, 1930, 206—207.
[2]) Blunck, H., Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 288.

sitären Erkrankungen werden ihr nämlich sehr verschiedene Aufgaben zugewiesen. Ein Beispiel mag das erläutern.

Es ist bekannt, daß nematodenverseuchte Rübenschläge eine besondere Fruchtfolge erfordern. Dabei spielen vor allem die sog. Feindpflanzen eine wichtige Rolle. Sie reizen die Larven zum Schlüpfen, ohne ihnen aber selbst als Wirtspflanzen zu dienen, und verringern so mehr oder minder stark die Verseuchung[1]). Die Einschaltung der Feindpflanzen in die Fruchtfolge stellt also ein biologisches Bekämpfungsverfahren dar, das an anderer Stelle dieses Bandes zu besprechen ist. Gleichzeitig ist in ihm jedoch eine zwar auch zur Pflanzenhygiene gehörige, aber als Bodenentseuchung zu bezeichnende Maßnahme zu sehen, die ebenfalls hier nicht zu erörtern ist. Eine pflanzenhygienische Kulturmaßnahme dagegen kann man in der Wahl der Fruchtfolge insofern erblicken, als die Standortsbedingungen für die Rübe in einer bestimmten Richtung verbessert werden. Hiernach wird auch ohne weiteres klar, daß Aussetzen des Anbaus von Fruchtarten auf verseuchtem Boden zum Zwecke der Aushungerung und damit zur Vernichtung des Parasiten nicht zu den Kulturmaßnahmen zu rechnen ist.

Als pflanzenhygienische Kulturmaßnahme gegen parasitäre Erkrankungen vermag die Fruchtfolge zunächst einmal stärkeren Schädigungen vorzubeugen, was in den zahlreichen Fällen von Bedeutung ist, in welchen der Krankheitserreger im Boden vorhanden ist. Rostrup und Thomsen[2]) erwähnen z. B., daß stärkere Schädigungen durch *Heterodera Schachtii subsp. rostochiensis* nur dann zu erwarten sind, wenn Kartoffeln mehrere Jahre hintereinander auf demselben Platz gebaut werden, und Goffart[3]) meint geradezu, der Kartoffelnematode träte nur dort als Schädling auf, wo ein allzu häufiger Kartoffelbau ohne genügenden Fruchtwechsel stattfinde. Das gleiche trifft für zahlreiche andere Schädlinge zu. Nur bei starker Anreicherung durch fortgesetzten Anbau kommt es zu schweren Schädigungen. Eine normale Entwicklung der Pflanzen ist dagegen hinreichend gewährleistet, wenn einer zu starken Anreicherung des Parasiten durch Fruchtwechsel vorgebeugt wird. Wenn Hollrung[4]) dabei ganz allgemein meint, im Lichte der Pflanzenheilkunde betrachtet, sei eine Fruchtfolge dann als zweckmäßig zu betrachten, wenn in ihr die besonderen Nährpflanzen eines gegebenen Schädigers im Laufe von vier Jahren höchstens einmal erscheinen, so kann diese Auffassung wohl als Richtlinie dienen. Im einzelnen bedarf aber die besondere Lebensweise des Erregers weitgehende Berücksichtigung.

Für die Durchführung des Fruchtwechsels ist nun wieder von ausschlaggebender Bedeutung, ob es sich um einen in seiner Wirtswahl eng begrenzten Schädling handelt oder um einen mehr oder minder plurivoren. Je mehr er auf bestimmte Wirtspflanzen spezialisiert ist, um so leichter wird sich der Fruchtwechsel durchführen lassen. Es kommt ja dann nur darauf an, die gefährdete Fruchtart nicht zu häufig wiederkehren zu lassen, während an geeigneten Fruchtarten für die Zwischenzeit kein Mangel ist.

---

[1]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaus. Berlin 1927, S. 300.

[2]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 38.

[3]) Goffart, H., Über die Biologie und die Bekämpfung des Kartoffelnematoden (*Heterodera schachtii Schmidt*). Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **21**, 1934, 105.

[4]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 54.

Größere Schäden durch den die Halmbruchkrankheit verursachenden Pilz *Cercosporella trichoides* sind nach Bockmann[1]) nur zu befürchten, wenn innerhalb eines Zeitraumes von 4 Jahren mehr als einmal eine anfällige Halmfrucht, unter ihnen vorwiegend Winterweizen und -gerste, auf demselben Schlage angebaut wird. Bremer[2]) bezeichnet als beste Vorbeugungsmaßnahme gegen die von *Sclerotium cepivorum* hervorgerufene Mehlkrankheit der Zwiebel eine geregelte Fruchtfolge. Stewart und Bateman[3]) geben an, daß bei Fruchtwechselversuchen in Utah die Ausschaltung des Rübenbaues auf nematodenverseuchtem Boden in einem Jahr eine leichte, in zwei Jahren eine bedeutende, in drei Jahren eine noch größere Ertragssteigerung zur Folge hatte und nach vier rübenfreien Jahren die Frucht wie auf einem gesunden Felde gedieh. Längere Zwischenräume vermochten den Ertrag nicht weiter zu steigern, so daß man nach diesen Versuchen in einer achtjährigen Rotation zweimal Rüben anbauen dürfte. Dieser Erfolg erklärt sich daraus, daß, wie durch eingehende Untersuchungen[4]) festgestellt worden ist, im allgemeinen jede Heteroderenrasse nur Pflanzen ihres Wirtspflanzenkreises befällt, d. h. die Rübenrasse nur Chenopodiaceen und Cruciferen, die Haferrasse nur Gramineen, die Kartoffelrasse nur Kartoffeln und Tomaten. Unter gewissen Verhältnissen scheint allerdings eine Erweiterung der Wirtspflanzenkreise möglich zu sein, indem die bisherige Konstanz der Rassen von einigen Individuen durchbrochen wird, die auch an außerhalb des Wirtspflanzenkreises stehenden Pflanzen zur Zystenbildung kommen können. Goffart[5]) sieht deshalb in einem Überhandnehmen von pflanzenschädlichen Nematoden stets ein Zeichen unzweckmäßiger Fruchtfolge und bezeichnet eine gute Fruchtfolge als den besten Helfer im Kampf gegen die Nematodengefahr, für deren Einrichtung im einzelnen er ausführliche Ratschläge gibt[6]). Ihre rein hygienische Bedeutung ist von ihm neuerdings[7]) durch den Hinweis unterstrichen worden, daß bei einem vierjährigen Turnus bisher in keinem Falle sich Kartoffelnematoden in einem Boden haben festsetzen können. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der anderen Älchengattung *Tylenchus*, deren Spezies *T. dipsaci* die landwirtschaftlich wichtigen Rassen Klee-, Luzerne- und Stockälchen umfaßt. Die Versuche von Rostrup[8]) haben gezeigt, daß zwar selbst eine sehr lange Fruchtfolge vor Befall durch das Kleeälchen nicht zu schützen vermag, wohl aber im Vergleich zur kurzen Fruchtfolge diesen bedeutend herabzusetzen vermag. Den an sich gesunden Bestrebungen auf Ausdehnung des deutschen Ölfruchtbaues gegenüber warnt Rademacher[9]) vor seiner planlosen Wiedereinführung, da dadurch die Schädlinge der Ölfrüchte in wenigen Jahren sich auf einen den Ernteertrag gefährdenden Bestand

---

[1]) Bockmann, H., Fruchtfolge und Halmbruchkrankheit bei Getreide. Landw. Jahrb. **89**, 1940, 393—412.

[2]) Bremer, H., Die Mehlkrankheit der Zwiebeln (*Sclerotium cepivorum Berk.*). Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **14**, 1934, 37—38.

[3]) Stewart, G. and Bateman, A. H., Field studies of sugar beet nematode. Utah Agr. Exp. Sta. Bul. 195, 1926.

[4]) Goffart, H., Untersuchungen am Hafernematoden *Heterodera schachtii Schm.* III. Beitrag zu: Rassenstudien an *Heterodera schachtii Schm.* Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **20**, 1932, 19.

[5]) Goffart, H., Praktische Ergebnisse der neueren Forschungen über den Rüben- und Hafernematoden. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 1029.

[6]) Goffart, H., Rüben-, Hafer- und Kartoffelnematoden. Biolog. Zentralanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt F 2, 1949.

[7]) Goffart, H., Gegenwartsfragen zur Bekämpfung der Kartoffelnematoden. Nachrichtenbl. d. Biolog. Zentralanst. Braunschweig 1949, **1**, 56.

[8]) Rostrup, S., Forsog vedrorende Kloveraalens (*Tylenchus devastatrix*). Levedygtighed i renbrakket Jord og nogle andre Undersogelser angaaende Kloveraal. Tidsskrift for Planteavl **32**, 1926, 726—774.

[9]) Rademacher, B., Gedanken zu der geplanten Ausdehnung des Ölfruchtbaues vom Standpunkt des Pflanzenschutzes. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 520

vermehren würden. Er schlägt vor, daß der Anbau nach einem bestimmten Plan gegendenweise für ein bis höchstens zwei Jahre zugelassen wird und dann für die gleiche Zeit dort gänzlich unterbleibt.

Je weniger der Parasit in seiner Wirtswahl begrenzt ist, um so schwieriger wird es, die Fruchtfolge so zu gestalten, daß sie einer Anreicherung des Schädlings vorbeugt, da naturgemäß dann immer mehr Pflanzenarten ausscheiden müssen, die zwischen den anfälligen angebaut werden können.

Wenn z. B. Fruchtwechsel zur Milderung der Schäden von *Rhizoctonia violacea* an Luzerne empfohlen wird, so macht demgegenüber Hiltner[1]) mit Recht darauf aufmerksam, daß der Pilz nicht nur auf Klee und anderen Hülsenfrüchten, sondern auch auf Kartoffeln, Rüben, Möhren und anderen Pflanzenarten vorkommt, so daß demnach nur der Anbau von Getreide in Frage kommt.

Die Anreicherung braucht nun keineswegs nur durch die mehr oder minder dichte Folge von Wirtspflanzen bedingt zu sein, sondern kann auch in andersartiger Begünstigung der Entwicklung der Schädlinge ihren Grund haben.

Gegen die oben erwähnte Halmbruchkrankheit sind Nichtgramineen praktisch widerstandsfähig. Sie können aber mittelbar von ausschlaggebender Bedeutung sein, indem sie andere Faktoren wie Saatzeit, Saattiefe, Bestandesdichte, Bodengare, Stickstoffversorgung, Stallmistdüngung beeinflussen, die das Ausmaß der Schäden an der nachfolgenden Halmfrucht wesentlich bestimmen.

Jaroslawzew[2]), beobachtete, daß Felder mit drei- und vierjährigem Kleeschlag eine Vermehrung von Drahtwürmern, Schnaken und Ackerschnecken begünstigen und ihre Anhäufung in der Fruchtfolge nach sich ziehen. Diese Anreicherung führt er auf die günstigen ökologischen Verhältnisse im Kleeschlag zurück, dichte Grasbodendecke, Verfilzung des Bodens und erhöhten Feuchtigkeitsgehalt im oberen Bodenhorizont. Er empfiehlt daher eine nur zweijährige Nutzung des Kleeschlages, um dadurch die Möglichkeit einer Schädlingsvermehrung zu verringern.

Neben der Verhütung der Anreicherung kann uns eine zweckmäßige Fruchtfolge in den Stand setzen, dem Auftreten mancher Parasiten überhaupt vorzubeugen.

Es ist bekannt, daß *Hylemyia coarctata* ihre Eier nur in offenen Boden ablegt. Die Fliege tritt deshalb in solchen Getreideschlägen am meisten auf, die nach Brache, Frühkartoffeln, Raps, Rübsen und ähnlichen das Feld früh räumenden oder auch das Feld spät[3]) schließenden Früchten wie Steckrüben stehen. Deshalb warnen Becker und Blunck[4]) vor dem Anbau des Roggens nach Schwarzbrache, Kohlrüben, Buchweizen und Frühkartoffeln, während Rostrup und Thomsen[5]) empfehlen, die Winterung nach Futter-, Zucker- oder Mohrrüben zu bringen. Demgegenüber betonen freilich Crüger und Körting[6]), daß nicht eine bestimmte Vorfrucht an sich

---

[1]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 190.

[2]) Jaroslawzew, G. M., Einfluß des Kleeschlages in der Fruchtfolge auf die Schädlingsvermehrung. Reports on appl. Entom. **4**, 1930, 319—334.

[3]) Appel, O., Getreidekrankheiten. 1931, Tafel 3.

[4]) Becker, I. und Blunck, H., Die Getreideblumenfliege in ihren Beziehungen zu Nässe, Bodenart und Vorfrucht. Landw. Wochenbl. f. Schlesw.-Holst. **77**, 1927, 1129—1133.

[5]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 313.

[6]) Crüger, O. und Körting, A., Über die Eiablage der Getreideblumenfliege und die unmittelbare Voraussage ihres Schadauftretens. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **41**, 1931, 59.

als gefährlich hinsichtlich des Brachfliegenbefalls zu betrachten ist, sondern daß es dabei lediglich auf den Zustand des Feldes zur Zeit der Eiablage ankommt. Wenn Becker und Blunck angeben, daß die Getreideblumenfliege nach Halmfrucht im allgemeinen nur wenig zu fürchten ist, so konnten Crüger und Körting das Gegenteil feststellen, weil in den von ihnen untersuchten Fällen die Roggenstoppeln vor der Eiablage geschält waren. *Tylenchus tritici* lebt in Weizenkörnern, mit denen es teilweise bei der Ernte als Ausfallkorn aufs Feld gelangt und nun, wenn wieder Weizen folgt, diesen aufs neue befallen kann. Andernfalls gehen die Älchen zugrunde, da sie bei eintretender Feuchtigkeit wieder aufleben und verhungern[1]). Von größter Bedeutung ist die Vorfrucht für den Befall des Hafers mit *Tarsonemus spirifex*. Nach Beobachtungen in Nordschleswig genügt Gemenge als Vorfrucht, um Milbenbefall zu verursachen, während Dreschhafer fast nie Befall aufweist[1]).

Das Beispiel des Milbenbefalls bei Hafer weist noch auf andere Zusammenhänge hin, die für die Gestaltung der Fruchtfolge von großer Bedeutung werden können.

Rostrup und Thomsen teilen eine Beobachtung mit, nach welcher ein Haferschlag in einer Zone längs der Außenkante und 10—12 m in den Schlag hinein auf der Seite, wo er an ein vorjähriges Haferfeld angrenzte, starken Befall aufwies, während dieser dort, wo ein 1,5 m breiter, rein gehaltener Weg, ohne Pflanzenwuchs das Haferfeld von einer vorjährigen Weide trennte, deutlich schwächer war. Die Milben können also in Stoppelfeldern nach Hafer und Hafergemenge überwintern und leben, bis sie im nächsten Sommer in die neuen Haferfelder einwandern.

Wir müssen demnach nicht nur die Nacheinanderfolge der Früchte beachten, sondern gleichzeitig auch die Nebeneinanderfolge und durch zweckentsprechende Gestaltung der letzteren ungünstigen Nachbarwirkungen vorbeugen.

Um die Gefahr der Übertragung von Virosen einzuschränken, hat der Niederländische Allgemeine Anerkennungsdienst (N. A. K.)[2]) vorgeschrieben, daß bestimmte Kartoffelsorten von anderen durch einen Mindestabstand von 10 bzw. 2 Metern getrennt sein müssen. Ersteres z. B. gilt für die Sorten Zeeuwse Blauwe, Rode Star (hell), Belle de Fontenay, Opperdoese Ronde, die sämtlichst Latenzträger des Y-Virus sind.

Zur Verhütung der virösen Gelbstreifigkeit empfiehlt Bremer[3]), zum Zwiebelsamenbau bestimmte Pflanzen nicht in der Nähe befallener Samenzwiebelfelder anzubauen, am besten den Anbau erst- und zweitjähriger Zwiebeln, soweit sie zum Samenbau bestimmt sind, überhaupt örtlich zu trennen.

Molz[4]) macht darauf aufmerksam, daß mit Frühkartoffeln bepflanzte Felder die Ansteckung der angrenzenden Spätkartoffeln mit *Phytophthora infestans* begünstigen, und daß an Erbsenpläne angrenzende Luzernefelder nach Aberntung der Erbsen durch von diesen einwandernde Blattrandkäfer geschädigt werden. Baunacke[5]) empfiehlt Vermeidung des Rapsbaues in nächster Nähe von Feldern, die stark von *Meligethes aeneus* befallen gewesen sind. Bei Auftreten von *Zabrus tenebroides* ist nach Möglichkeit auch auf den angrenzenden Schlägen im nächsten Jahr der Anbau von Getreide zu vermeiden. Ein besonders anschauliches Beispiel

---

[1]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 25, 319.

[2]) Beschreibende Sortenliste für landwirtschaftliche Kulturpflanzen. Kartoffeln. Wageningen 1948, S. 42—43.

[3]) Bremer, H., Über die bisher fälschlich „Zwiebelrotz" genannte Gelbstreifigkeit an Zwiebelsamenträgern. Phytopath. Ztschr. **10**, 1937, 79—105.

[4]) Molz, E., Über die Züchtung widerstandsfähiger Sorten unserer Kulturpflanzen. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung **5**, 1917, 170.

[5]) Nach Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 50.

für den Einfluß des Nachbarbaues auf das Auftreten von Krankheiten bildet der Übergang von *Erysiphe graminis* und *Puccinia glumarum* von Winter- auf Sommergerste und umgekehrt, wobei der dadurch verursachte Frühbefall mit Mehltau sich besonders nachteilig im ersteren Fall auswirkt, während die Wintergerste nicht so stark darunter leidet. Früher wurde bereits erwähnt, daß man in Dänemark die völlige Einstellung des Wintergerstenbaues empfohlen hat. Pape und Rademacher[1]) weisen demgegenüber darauf hin, daß man sich bei der hohen Wertschätzung, welche die Wintergerste in Deutschland genießt, zur Aufgabe ihres Anbaus auch in den gefährdeten Gebieten nicht entschließen wird, eher sogar den Sommergerstenbau einschränken wird. Es bleibt dann nur der Weg, daß man benachbarten Anbau der beiden Gerstenformen nach Möglichkeit vermeidet, wobei die beiden Autoren die Frage noch offen lassen, wie weit die Sommergerste von der Wintergerste entfernt sein muß, um vor starken Frühinfektionen sicher zu sein. Interessante Untersuchungen über die Gefahr der Nachbarschaftswirkung im Obstbau verdanken wir Wiesmann[2]). Danach bilden die drei Birnensorten „Diels Butterbirne", „Pastorenbirne" und „Theilersbirne" eine starke Schorfinfektionsquelle für die Sorte „Gute Luise", während umgekehrt stark infizierte Bäume der beiden letzten Sorten für die beiden ersten nur eine geringe Infektionsgefahr bedeuten.

Die Nebeneinanderfolge der Fruchtarten leitet schließlich über zu der Frage des Gemengebaues, bei dem die einzelnen Fruchtarten nicht mehr getrennt nebeneinanderstehen, sondern gewissermaßen ineinander geschoben sind und so ein Gemenge von Arten darstellen. Bekanntlich haben Forstmänner und Zoologen schon immer darauf hingewiesen, daß die Ursache für die großen Schädlingskalamitäten im Waldbau in der Monokultur zu suchen sei, d. h. der Anpflanzung von Wäldern, die ganz überwiegend aus nur einer einzigen Baumart bestehen. Das gilt namentlich für reine Nadelwälder, insbesondere, wenn sie in Gebieten natürlichen Mischwaldes aufgebaut sind.

So konnte Schimitschek[3]) nachweisen, daß die großen Nonnenmassenvermehrungen in den Sudetenländern und in Böhmen-Mähren fast durchweg in reinen Fichtenbeständen erfolgten, die in den Gebieten der natürlichen Kiefern-Eichen- und der ursprünglichen Tannen-Buchen-Gesellschaften an deren Stelle begründet waren.

Schwerdtfeger[4]) kommt deshalb zu dem Schluß, daß zu den wichtigsten Maßnahmen, die Widerstandskraft des Waldes gegen pathogene Einflüsse zu stärken, der Aufbau artenreicher Mischbestände an Stelle der Monokulturen gehöre, betont aber gleichzeitig, daß er keineswegs ein Allheilmittel darstelle, da manche Krankheitserreger gerade im Mischwald die besten Daseinsbedingungen fänden, seine Schutzwirkung bei massigem Auftreten von Schädlingen nicht ausreichen könne und die Standortsbedingungen ihn nicht überall zuließen. Er

---

[1]) Pape, H. und Rademacher, B., Erfahrungen über Befall und Schaden durch den Getreidemehltau *(Erysiphe graminis DC)* bei gleichzeitigem Anbau von Winter- und Sommergerste. Angew. Botanik **16**, 1934, 245.

[2]) Wiesmann, R., Untersuchungen über Apfel- und Birnenschorfpilz *(Fusicladium dentriticum [Wallr.] Fchl.* und *Fusicladium pirinum [Lib.] Fchl.*). Landw. Jahrbuch d. Schweiz **45**, 1931, 109—156.

[3]) Schimitschek, E., Zusammenhänge zwischen Kulturmaßnahmen und Schädlingsauftreten. Mitt. Herm.-Göring-Akademie d. Deutschen Forstwissenschaft **2**, 1942, 77—114.

[4]) Schwerdtfeger, F., Die Waldkrankheiten. Berlin 1944, S. 361.

bestätigt damit die Auffassung von Friedrichs[1]), daß Beseitigung der Monokultur — wenn sie allgemein möglich wäre — die Schädlingsplagen nicht aus der Welt schaffen, sondern nur einschränken könnte. Wir sollten uns dieses Mittels bedienen; die Anwendung anderer Mittel daneben sei aber bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis auch im Walde unentbehrlich und stehe in Feld und Garten vorläufig praktisch im Vordergrund. Hier weist ja die Monokultur gegenüber derjenigen im Wald- und Weinbau den wesentlichen Unterschied auf, daß sie überwiegend nur auf eine Vegetationsperiode beschränkt ist. Trotzdem sieht man auch hier schon seit langem als einen der Hauptvorzüge der Gemengesaat eine größere Sicherheit der Erträge an, die nicht zum wenigsten auf die geringere Gefährdung durch Pflanzenkrankheiten zurückgeführt wird.

Wollny[2]) meint 1885 in Anlehnung an Werner: „Die Gemengesaaten garantieren eine häufigere Wiederkehr auf demselben Felde, als dies bei Reinsaaten vieler derselben möglich wäre, weil sämtliche Momente für die Unverträglichkeit der Pflanzen mit sich selbst bei den Gemengesaaten auf ein Minimum reduzieren, infolgedessen ein öfterer Anbau sonst mit sich unverträglicher Gewächse im Gemenge statthaft ist. Tierische oder pflanzliche Feinde fügen den Gemengesaaten einen weniger erheblichen Schaden als den Reinsaaten zu, weil die einer bestimmten Pflanzenspezies nachteiligen Feinde die anderen unberührt lassen. Wird aber durch die teilweise Vernichtung einer Pflanzenart des Gemenges der Bestand weniger dicht, so gewinnen die übrigen Pflanzen Raum, sich kräftiger zu entwickeln, und ersetzen daher zum Teil den Ausfall. Demnach werden die den einzelnen Pflanzenspezies nachteiligen Krankheiten in den Gemengen in mehr oder weniger engen Grenzen gehalten, so daß der durch sie verursachte Schaden im allgemeinen geringer wird."

Einwandfreie Angaben über diese Wirkung des Gemengebaues liegen allerdings kaum vor. Reinmuth[3]) hat berichtet, daß in Reinsaat gebauter Hafer stärker unter *Oscinis frit* zu leiden hatte als im Gemenge mit Gerste gebauter, demnach eine Befallsverminderung durch die Gersteneinsaat wohl eintritt, dagegen in der Literatur erwähnte Beobachtungen nicht zutreffen, denen zufolge die Fritfliege Haferbestände, in welche Gerste eingesät ist, meiden soll. Kleine[4]) sieht in der Einsaat der Erbsen in ein Gemenge von Hafer und Gerste das einzige und durchschlagende Mittel zur Herabdrückung des Schadens durch *Grapholita dorsana*, während Nicolaisen[5]) den Wert dieser Maßnahme in Frage stellt. Wirth[6]) spricht von einem idealen Schutz- und Trutzbündnis zwischen Möhre und Porree, deren Mischkultur nach holländischen Erfahrungen die beiden Partner vor Befall durch Möhrenfliege bzw. Zwiebelfliege und Lauchmotte schützen soll, was freilich

---

[1]) Friedrichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie. Bd. 2. Berlin 1930, S. 105.

[2]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 588.

[3]) Reinmuth, E., Die Beeinflussung des Fritbefalls durch Umwelt und Kultur. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. **44**, 1934, 185.

[4]) Kleine, R., Wie läßt sich der Fraß von *Grapholita dorsana* vermeiden? Ztschr. f. angew. Entomol. **8**, 1922, 116.

[5]) Nicolaisen, W., Der Erbsenwickler, *Grapholita (Cydia, Laspeyresia) sp.*, sein Schaden und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Hafersorten. Kühn-Archiv **19**, 1928, 246.

[6]) Wirth, A. B., Höchsterträge durch Mischkultur wahlverwandter Gemüsearten. 3. Aufl., Stuttgart 1946, S. 51—52.

von Körting[1]) und Reinmuth[2]) nicht bestätigt wird. Wirth führt noch eine ganze Reihe weiterer Beispiele an, denen aber nicht nur Reinmuth, sondern auch Schuphan[3]) skeptisch oder ablehnend gegenübersteht. Reinmuth faßt seine Beobachtungen dahingehend zusammen, daß abgesehen von positiven Einzelfällen der pflanzenhygienische Nutzen der Gemengesaat bzw. Mischkultur selbst in Fällen, die sich einer wiederholten Empfehlung in Gärtnerzeitschriften, ja selbst einer örtlich oft häufigeren praktischen Anwendung erfreuen, vielfach recht gering oder ganz fehlend ist.

Eine andere Form des Gemengebaues ist die Zwischenkultur, wie sie versuchsweise beim Mais gegen das Auftreten von *Pyrausta nubilalis* zur Anwendung gelangt ist.

Kunike[4]) hat bei Anbau von Kartoffeln zwischen den Maispflanzen starken Rückgang im Befall feststellen können. Das ist aber nur der Fall, wenn in nächster Nähe genügend reine Maiskulturen dem Falter zur Eiablage zur Verfügung stehen. Findet er dagegen in einem Anbaugebiet nur Zwischenkulturen, so erfolgt an deren Maispflanzen normale Eiablage und Schädigung.

Ist demnach die Zwischenkultur unter bestimmten Voraussetzungen geeignet, der Erkrankung der Pflanzen vorzubeugen, so kann sie unter Umständen aber auch dem Schädlingsbefall nicht nur nicht entgegenarbeiten, sondern ihn sogar erst verursachen oder steigern.

So beobachtete Mally[5]) nach Unterpflügen von grünen Erbsen im Obstgarten, die von *Chlorida obsoleta* stark befallen waren, schwere Schädigungen an den Birnbäumen. Malenotti[6]) berichtet von ansteigender Generationenzahl von *Ceratitis capitata* in Mischkulturen von Orange und Pfirsich und von *Cydia molesta* in Mischkulturen von Birnen und Pfirsich.

2. Sortenwahl

Ist die Fruchtfolge festgelegt, so handelt es sich weiter darum, innerhalb der einzelnen Fruchtarten eine Auswahl nach bestimmten Gesichtspunkten zu treffen. Es wurde früher ausgeführt, daß ein dem ökologischen Optimum der Pflanze möglichst weitgehend entsprechender Standort weniger durch Wahl des letzteren als durch Auswahl ihm angepaßter Pflanzen anzustreben ist. Standortsberücksichtigung und Sortenwahl greifen insofern auf das engste ineinander und lassen sich nicht voneinander trennen; eins ist ohne das andere nicht denkbar. Die Gesichtspunkte, welche in Zukunft mehr in den Vordergrund zu rücken sind, um durch Sortenwahl dem ökologischen Optimum möglichst nahe zu kommen,

---

[1]) Körting, A., Zur Bekämpfung der Möhrenfliege. Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **21**, 1941, 9—10.

[2]) Reinmuth, E., Fruchtfolge und Mischkultur als Mittel zur Schädlingsbekämpfung. Anz. f. Schädlingskunde **18**, 1942, 49—53.

[3]) Schuphan, W., Ein Beitrag zur physiologischen Wirkung einer Pflanze auf die andere. Botanica oeconomica **1**, 1948, 1—15.

[4]) Kunike, G., Das Auftreten des Maiszünslers *(Pyrausta nubilalis Hbn.)* im Boden im Jahre 1928. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **18**, 1931, 390—391.

[5]) Mally, C. W., A factor in green manuring. Journ. Dept. Agric. So. Africa **3**, 1921, 129—224.

[6]) Malenotti, E., Über die entomologischen Wirkungen einiger Mischkulturen. Ztschr. f. angew. Entomologie **28**, 1941, 416—421.

sind bei der Standortsberücksichtigung eingehend dargelegt worden und brauchen deshalb hier nicht nochmals erörtert zu werden.

Dort ist auch eine weitere wichtige Aufgabe der letzteren erwähnt worden, die darin besteht, festzustellen, wie weit ein Standort die Entwicklung von Parasiten begünstigt, um dadurch die Möglichkeit zu gewinnen, ihn gegebenenfalls von vornherein nicht zum Anbau heranzuziehen. Ein derartiges Vorgehen kann freilich auf große Schwierigkeiten stoßen, wenn ein solcher Standort gleichzeitig für die Pflanze besonders günstige Entwicklungsbedingungen bietet. Das trifft möglicherweise für die echten Seuchen zu. Sie scheinen am verheerendsten im ökologischen Optimum der Pflanze aufzutreten. Die Verhütung der Erkrankung nur durch Standortsberücksichtigung kann in solchen Fällen zur Unmöglichkeit werden. Die Kartoffel scheint hierfür ein anschauliches Beispiel zu bieten. Merkenschlager[1]) bemerkt, wie schon erwähnt, „daß die Phytophthora-Seuche der Kartoffel in ihrem Lebensraum weitgehend mit dem ökologisch gesündesten Lebensraum der Kartoffel zusammenfällt und daß die Degenerationsgebiete weniger von dieser echten Seuche ergriffen werden". Wenn das zutrifft, dann würden wir, wenn wir die Kartoffel in ihrem ökologischen Optimum nicht zum Anbau bringen wollten, um dem Befall durch *Phytophthora infestans* vorzubeugen, sie in erhöhtem Maße der Gefahr des Abbaues aussetzen.

Der Anbau im ökologischen Optimum kann also, so wertvoll er ist, der Pflanze nur einen bedingten Schutz gewähren. Dazu kommt, daß wir in vielen Fällen auch an einem ökologisch ungünstigeren Standort auf die Kultivierung mancher Pflanzenarten nicht verzichten können, weil sie nicht zu ersetzen sind. Hier bietet uns nun die Sortenwahl noch unter einem anderen Gesichtspunkt wertvollste Hilfe. Wir wissen, daß die einzelnen Sorten unserer Kulturpflanzenarten nicht nur in ihren Standortsansprüchen weitgehende Unterschiede aufweisen, sondern auch in ihrer Anfälligkeit bzw. Widerstandsfähigkeit gegenüber den verschiedenartigsten Schädlingsursachen. In der Ausnutzung dieser Unterschiede liegen für die Pflanzenhygiene in ihren Auswirkungen nicht zu übersehende Möglichkeiten. Roemer[2]) bezeichnet den Anbau resistenter Sorten nicht nur für den einzelnen Wirtschafter, sondern auch für die Gesamtheit, den Staat, als den Weg, der am raschesten, am wirksamsten, am billigsten zum Ziele, zur Beseitigung gefährlicher Krankheiten führt. Darüber hinaus handelt es sich heute nicht mehr allein darum, die einmal vorhandenen und erkannten Unterschiede der Anfälligkeit in den Dienst des Pflanzenschutzes zu stellen; vielmehr hat die Resistenzzüchtung sie seit langem zur Grundlage ihrer Arbeit gemacht und ist unablässig bemüht, Sorten zu schaffen, welche hinter der Leistungsfähigkeit der bisher angebauten nicht zurückstehen, mit dieser aber die Widerstandsfähigkeit gegen die wichtigsten Krankheiten verbinden. Molz[3]) nennt die Züchtung widerstands-

[1]) Merkenschlager, F., Neue Untersuchungen über die Ursachen der Degeneration der Kartoffel (Kartoffelabbau). Forschungen u. Fortschritte **8**, 1932, 58.

[2]) Roemer, Th., Fuchs, W. H. und Isenbeck, K., Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Kühn-Archiv **45**, 1938, 13.

[3]) Molz, E., Über die Züchtung widerstandsfähiger Sorten unserer Kulturpflanzen, Ztschr. f. Pflanzenzüchtg. **5**, 1917, 121.

fähiger Sorten einen Ausweg von geradezu überragender Wichtigkeit, weil sie uns in die Lage setzen, den Kampf gegen schädliche Einwirkungen aller Art mit Erfolg aufnehmen zu können ohne Erhöhung der Produktionskosten und ohne jegliche Störung des Wirtschaftsbetriebes. Welche Wege zur Erreichung dieses Zieles einzuschlagen sind, ist an anderer Stelle dieses Handbuchs[1]) ausführlich besprochen. Hier ist lediglich darzulegen, wieweit wir gegenwärtig in der Lage sind, durch Auswahl der Sorten nicht nur nach ihren Standortsansprüchen, sondern auch nach ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber Schädigungsursachen die gesunde Entwicklung unserer Kulturpflanzen sicherzustellen.

Dabei kann es sich nicht um eine möglichst restlose Aufzählung aller bisher nachgewiesenen Fälle handeln unter namentlicher Aufführung der anfälligen und widerstandsfähigen Sorten. Abgesehen von den Schwierigkeiten, die sich einem solchen Vorhaben entgegenstellen würden, wäre eine derartige Aufzählung auch von zweifelhaftem Wert, da die Entwicklung durch die Arbeit der Resistenzzüchtung dauernd im Fluß ist. Ständig tauchen neue Sorten auf, während alte ihre Anbauwürdigkeit mit der zunehmenden Leistungsfähigkeit der neuen verlieren. Außerdem wird der Anbauwert einer Sorte durch eine ganze Anzahl von Eigenschaften bestimmt, deren Wert gegenüber demjenigen der Krankheitsresistenz genau abzuwägen ist. Die Entscheidung wird sich weitgehend nach den Standortsverhältnissen richten. Dabei spricht auch mit, wieweit andere Bekämpfungsmöglichkeiten gegeben sind. So weist Gassner[2]) darauf hin, daß die Verwendung steinbrandimmuner Weizensorten an sich natürlich wünschenswert ist, andererseits aber nicht unbedingt notwendig, da wir in der Beizung ein verhältnismäßig einfaches und sicheres Bekämpfungsmittel haben. Die Resistenz kann unter Umständen auch nur bedingten Wert besitzen, indem sie die Pflanze durchaus nicht an allen Standorten gegen Parasitenbefall zu schützen braucht oder auch im Laufe der Jahre durch den „Filtereffekt“[3]) neuer Sorten verloren geht. Es sei nur an das Vorkommen biologischer Rassen erinnert, das auch die Erfolge der Resistenzzüchtung wiederholt schon zunichte gemacht hat und immer wieder in Frage stellen wird[4]). „Die geistige Haltung des Züchters entspricht deshalb“, wie Gäumann[3]) sagt, „einem hochgemuten Pessimismus: er wird zwar nie ans Ziel gelangen — denn dieses schiebt sich immer weiter hinaus —, sondern er ist zufrieden, wenn er seinen parasitischen Verfolgern um einige Jahre oder Jahrzehnte voraus bleibt“. Schließlich kann auch der Nachweis der Resistenz in vielen Fällen keineswegs als hinreichend gesichert angesehen werden, da eine einwandfreie Beurteilung oft nur auf Grund des Infektionsversuches möglich ist.

Deshalb können hier nur Angaben grundsätzlicher Art gemacht werden, die als Richtlinien bei der Wahl der Sorten unter Berücksichtigung ihrer Krankheitsresistenz dienen können.

Zunächst einmal sind eine ganze Reihe anatomisch-morphologischer Eigentümlichkeiten bekannt, die der Pflanze einen gewissen Schutz gegen Schädigungsursachen zu gewähren vermögen und in denen die Sorten einer Art mehr oder minder ausgeprägte Unterschiede erkennen lassen. Von diesen sind unter dem hier zu betrachtenden Gesichtspunkt diejenigen von besonderem Wert, die makroskopisch leicht erkennbar sind, da sie uns in den Stand setzen, die Eignung

[1]) Köhler, E., Die Züchtung immuner Sorten. In diesem Band.
[2]) Gassner, G., Pflanzenkrankheiten. Handbuch d. Landw. Bd. 2. 1929, S. 472.
[3]) Gäumann, E., Pflanzliche Infektionslehre. Basel 1946, S. 187, 426.
[4]) Braun, H., Resistenzzüchtung und biologische Spezialisierung. Naturwissenschaftliche Rundschau **2**, 1950, 403—409.

einer Sorte zum Anbau in Gegenden zu beurteilen, in denen sie bestimmten Schädigungsursachen in besonderem Maße ausgesetzt sind.

Schon der Habitus einer Sorte vermag ihr einen gewissen Schutz gegen solche zu bieten.

In Lagen, in denen Frühfröste die Runkelrübe gefährden, wird man durch Auswahl blattreicherer Sorten bis zu einem gewissen Grade Schäden vorbeugen können[1]). Andererseits kann aber auch größerer Blattreichtum und geschlossener Wuchs die Entwicklung von Parasiten wie *Phytophthora infestans* begünstigen, indem Bestände solcher Sorten die Entstehung und Aufrechterhaltung feuchtigkeitsgesättigter Atmosphäre fördern. Auch die unter anderem von der Blattstellung und -form abhängige Schnelligkeit, mit welcher die Blätter nach Tau oder Regen das Wasser ablaufen lassen, spielt in dieser Hinsicht eine wichtige Rolle. Der Anbau aufrecht stehender Sorten von *Lactuca sativa, Solanum lycopersicum* und *Phaseolus vulgaris* erschwert die Infektion durch *Rhizoctonia*[2]). Ebenso werden die Sorten der Stangenform von *Phaseolus* weniger durch *Gloeosporium Lindemuthianum* befallen als solche der Buschform, weil letztere dem Parasiten viel günstigere Entwicklungs- und Infektionsbedingungen bieten[3]). Kurze, gut aufrechte, sperrige Wuchstypen der Erbse zeigen den geringsten, hohe, massenwüchsige Sorten den höchsten Befall durch den Erbsenwickler[4]).

Bei den Getreidearten wird der Habitus auch weitgehend durch Bestockung bestimmt. Diese soll bei Fritfliegenschäden eine gewisse Bedeutung haben. In der energischen Bestockung mancher Gerstensorten bei gleichzeitiger Entwicklung mehrerer Halme sieht Koslowa[5]) eine in dieser Hinsicht wertvolle Eigenschaft. Das bestätigt Scharnagel[6]) auch für den Hafer, bei dem einzelne Sorten sich durch größere Regenerationskraft auszeichneten d. h. durch die Fähigkeit, sich durch die Bildung neuer Seitentriebe von der Beschädigung zu erholen und diese neugebildeten Triebe rasch und kräftig zur Entwicklung zu bringen. Aufhammer[7]) hat allerdings einen Zusammenhang zwischen Fritfliegenbefall und durchschnittlicher Bestockung der Gerstensorten nicht ermitteln können; dagegen zeigten Sorten mit blattreicher Jugendentwicklung weniger Befall. Hiltner[8]) rät, gegen Befall des Getreides durch *Mayetiola destructor* Sorten mit kräftigem Halm zu bevorzugen, da sie weniger gern von der Hessenfliege angegangen werden. Zwölfer[9]) hat gefunden, daß dickstenglige Maissorten widerstandsfähiger gegen die Angriffe der Raupe von *Pyrausta nubilalis* sind als dünnstenglige.

---

[1]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 258.

[2]) Braun, H., Der Wurzeltöter der Kartoffel. *Rhizoctonia solani K.* Berlin 1930, S. 98.

[3]) Schaffnit, E. und Böning, K., Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Forsch. a. d. Gebiet der Pflanzenkrankheiten u. d. Immunität im Pflanzenreich. I. Mitt. 1925, 167.

[4]) Nicolaisen, W., Der Erbsenwickler, *Grapholita (Cydia, Laspeyresia) sp.*, sein Schaden und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Hafersorten. Kühn-Archiv **19**, 1928, 252.

[5]) Koslowa, M. S., Zur Kenntnis der Widerstandsfähigkeit einiger Gerstensorten gegen die Fritfliege. Mitt. über angew. Entomologie **4**, 1930, 483—498. (Referat Deutsche Landw. Rundschau **8**, 1931, 174.)

[6]) Scharnagel, Untersuchungen über die Beschädigung verschiedener Hafersorten durch die Fritfliege. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **13**, 1925, 577.

[7]) Aufhammer, G., Fritfliegenbefall an Gerstensorten. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **9**, 1931, 7.

[8]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 236.

[9]) Zwölfer, W., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers *(Pyrausta nubilalis Hb.)* in Süddeutschland. II. Teil. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **17**, 1930, 487.

Auch Blüte und Frucht selbst sind bei manchen Sorten durch leicht erkennbare Eigentümlichkeiten gegen Parasitenbefall geschützt.

Allgemein bekannt ist der Einfluß, den die Art des Abblühens der Gramineen auf die Infektion durch Pilzparasiten ausübt. Der Anbau von Gerstensorten, die zum *erectum*-Typ gehören, schließt das Auftreten von *Ustilago nuda* fast völlig aus, weil infolge des geschlossenen Abblühens dieser Sorten die Brandsporen nicht auf die Narbe des Fruchtknotens gelangen können. Auf die gleiche Weise erklärt sich nach Fischer und Gäumann[1]) der seltene Befall von geschlossen abblühenden Weizensorten durch *Claviceps purpurea*, während Schaffnit[2]) mit der sortenunterschiedlichen Öffnungsweite der Spelzen die Hiltnersche Beobachtung in Verbindung bringt, daß Landsorten von Roggen mit ihrer schlankeren Ähre weniger von *Fusarium* befallen werden als Hochzuchten, sowie den relativ seltenen oder doch gegenüber dem Roggen unvergleichlich geringeren Befall des Weizens durch denselben Parasiten, da der Weizen bis zur Reife völlig durch die Spelzen gegen die Atmosphäre abgeschlossen ist. In der Berücksichtigung dieses Merkmals bei der züchterischen Bearbeitung sieht Schaffnit eine Möglichkeit, das Roggenkorn künftig gegen Pilzbefall in höherem Maß zu schützen. In ähnlicher Weise wie die Spelzen können, wie Philipps und Barber[3]) beobachtet haben, beim Mais die Lieschen einen Schutz gegen Tierfraß gewähren. Sie empfehlen den Anbau von Sorten mit dicht anliegenden und sehr langen Lieschen, da diese unter *Heliothis obsoleta* nur wenig zu leiden haben.

Auf eine für den Schutz der Weinbeeren gegen den Befall durch *Botrytis cinerea* wertvolle sorteneigentümliche Eigenschaft hat Molz[4]) aufmerksam gemacht. Nach seinen Angaben leiden diejenigen Sorten, deren Schale bei Regenwetter leicht platzt, stark unter der durch diesen Parasiten verursachten Graufäule.

Schließlich sei noch auf die Behaarung als Schutz gegen Tierfraß hingewiesen.

Hierfür führt Molz[4]) zwei Beispiele an, die sich allerdings nicht auf unterschiedliches Verhalten von Sorten, sondern von Arten beziehen. *Agriolimax agrestis* greift den stark behaarten Inkarnatklee nicht an, wohl aber den nicht behaarten Rotklee, während *Phyllodecta spec.* vornehmlich die Weidenarten mit glatten Blättern befressen.

Unter den physiologischen Eigenschaften spielt für den Parasitenbefall, wie früher bei Besprechung der Düngung bereits gezeigt wurde, der Entwicklungsrhythmus eine große Rolle. Da er für jede Sorte mehr oder minder charakteristisch ist, können wir auch durch Berücksichtigung dieses Merkmals bei der Sortenwahl künftiger Erkrankung unter Umständen wirksam vorbeugen.

Hohe Keimschnelligkeit und Triebkraft[5]) befähigen die Pflanze, das besonders gefährdete Jugendstadium schnell zu durchlaufen. Beide werden allerdings durch äußere Faktoren während der Keimung und durch den von diesen ebenfalls ab-

---

[1]) Fischer, E. und Gäumann, E., Biologie der pflanzenbewohnenden parasitischen Pilze. Jena 1929, S. 86.

[2]) Schaffnit, E., Der Schneeschimmel und die übrigen durch *Fusarium nivale Ces.* hervorgerufenen Krankheitserscheinungen des Getreides. Landw. Jahrb. **43**, 1912, 595.

[3]) Philipps, E. W. and Barber, G. W., The corn earworm as an enemy of field corn in the eastern states. U. S. Dep. Agric. Farm. Bul. Nr. 1651. Washington 1931, 15.

[4]) Molz, E., Über die Züchtung widerstandsfähiger Sorten unserer Kulturpflanzen. Ztschr. f. Pflanzenzüchtg. **5**, 1917, 144.

[5]) Pieper, H., Saatgut, Keimung, Sortenwert. Handb. d. Landw. Bd. 2. Berlin 1929, S. 274—294.

hängigen Saatgutwert so stark beeinflußt, daß man sortentypischen Unterschieden überwiegend keine große Bedeutung beimißt. In einzelnen Fällen dürften aber solche für den Schutz gegen Schädigungen wertvoll sein. So gibt Hiltner[1]) an, daß Sorten, die an höhere Lagen angepaßt sind, meist besonders anfällig gegen Flugbrand sind, was er auf die langsame Entwicklung des jugendlichen Keimlings zurückführt. Seiffert[2]) hat im allgemeinen bei schnellwüchsigen Gerstensorten einen geringeren Befall durch *Ustilago nuda* gefunden. Eine deutliche Korrelation zwischen der Keimungs- und Entwicklungsgeschwindigkeit verschiedener Sommerweizensorten und der Steinbrandanfälligkeit konnte Straib[3]) feststellen. Andere Autoren lehnen das Vorhandensein einer solchen Beziehung freilich ab.

Auch im späteren Entwicklungsverlauf der Pflanze können Unterschiede im Entwicklungsrhythmus von ausschlaggebender Bedeutung für die Erkrankung werden. Ist einerseits das Auftreten des Parasiten zeitlich begrenzt und ist andererseits die Pflanze nur in bestimmten Stadien normaler Prädisposition anfällig, so leuchtet ohne weiteres ein, daß Sorten, die sich in ihrem Entwicklungsrhythmus unterscheiden, der Gefahr des Befalls in ganz verschiedenem Maße ausgesetzt sein müssen.

Die Kartoffelstaude wird im Freiland erst von einem bestimmten Entwicklungsstadium ab für *Phytophthora infestans* anfällig. Dieses Stadium wird von den Frühsorten früher als von den Spätsorten erreicht. Da es zu einer Massenvermehrung des Pilzes meist erst von Anfang Juli ab kommt, können Frühsorten ganz verschont bleiben, wenn sie ihre Hauptentwicklung vor der Massenvermehrung abgeschlossen haben, oder freilich auch vernichtend getroffen werden, wenn sie in diese gerade hineingeraten. Entsprechendes gilt von den Spätsorten, die sich unter Umständen so spät entwickeln, daß sie durch die Massenvermehrung nicht mehr gefährdet sind[4]).

Sorte	Beginn des Schossens	Madenbefall (%)
N. N. II	3. 6.	10
N. N. III	3. 6.	11,7
Berkners Dickk. 55 . .	5. 6.	31
glatter Lohnauer . . .	9. 6.	54
Langs Kronen	9. 6.	56
N. N. I	10. 6.	34
Janetzkis Frühe Kreuzung L	12. 6.	76
Strubes Gen. v. Stocken	13. 6.	62
Heils roter Dickk. . . .	13. 6.	72
Vogels Winter	14. 6.	71
Bergers Dickk.	14. 6.	74
Pflugs Baltikum	18. 6.	75
rauher Lohnauer Dickk.	18. 6.	75
Standard	18. 6.	76
Cimbals Elite Dickk. . .	18. 6.	84

[1]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 118.

[2]) Seiffert, J., Künstliche Blüteninfektionen zur Untersuchung der Empfänglichkeit verschiedener Gerstensorten für *Ustilago hordei nuda* und der Einfluß äußerer Bedingungen auf die Höhe des Brandprozentes. Kühn-Archiv **12**, 1926, 496.

[3]) Straib, W., Untersuchungen über die Ursache verschiedener Sortenanfälligkeit des Weizens gegen Steinbrand. Pflanzenbau **4**, 1927, 135.

[4]) Müller, K. O., Über die Züchtung krautfäuleresistenter Kartoffelsorten. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung **13**, 1928, 143—156.

Ein besonders typisches Beispiel bietet die Schädigung des Getreides durch *Chlorops taeniopus*. Dieser Parasit vermag seine Eier an ersterem nur abzulegen, solange die Ähre noch im Halm oder zwischen der Blattscheide steckt[1]). Frühes Ährenschieben wird also den Befall herabsetzen. Das bestätigen vorstehende von Sappok[2]) gefundene Zahlen.

Sappok bezeichnet deshalb als wichtigste Maßnahme zum Schutz gegen Chloropsbefall die Auswahl früh schossender Weizensorten, die einen raschen Entwicklungsrhythmus zeigen.

Diese Beziehung ist von verschiedenen Autoren bestätigt worden. Watzl[3]) warnt geradezu für „Chloropsgegenden" vor der Einführung von hochgezüchteten, aber gegenüber den Landsorten in der Entwicklung zurückbleibenden Weizensorten, solange es nicht gelingt, diese durch besondere Kulturmaßnahmen zu einem frühzeitigen „Spitzen" zu veranlassen und hierdurch die Anfälligkeit zu verringern. Umgekehrt liegen die Verhältnisse für die Weizengallmücken, *Cecidomya aurantiaca* und *C. tritici*. Hier beginnt der Befall, sobald die junge Ähre sich im obersten Blatt zeigt. Infolgedessen weisen die spät schossenden Sorten den geringsten Befall auf[4]). Deshalb empfiehlt Åkerman[5]) ihren Anbau für die Küstengebiete von Schoonen, da dann die Flugzeit der Schädlinge nicht mit der Zeit des Ährenschiebens zusammenfällt, in welcher der Befall am stärksten ist, während vorher und nachher schossende Sorten ziemlich frei bleiben. Für die übrigen Weizenbaugebiete Schwedens kommt der Anbau spät schossender Sorten nicht in Frage, da sie in der Ernte zu spät sind und auch in der Qualität ungünstig beeinflußt werden würden. Das Beispiel zeigt deutlich, daß eine erfolgreiche Sortenwahl eine genaue Kenntnis der Standortsverhältnisse nach den verschiedensten Richtungen voraussetzt.

In anderen Fällen erfolgt der Befall nur während der Blütezeit. Dann werden zunächst ganz allgemein schnell und gleichmäßig abblühende Sorten weniger stark befallen werden. Der Befall wird aber weiter um so geringer sein, je weniger die Blüte mit dem Auftreten des Parasiten zusammenfällt. Deshalb wird der Anbau frühblühender Sorten gegen Schädigungen des Raps durch *Meligethes aeneus*[7]) und der Erbsen durch den Erbsenwickler[8]) empfohlen. Durch Wahl frühreifender Sorten der Wintergerste will Blunck[9]) diese dem gefährlichen Befall der Ähren durch *Oscinis frit* entziehen.

Die Beachtung der bisher angeführten Gesichtspunkte bei der Sortenwahl vermag, so wertvoll sie unter bestimmten Umständen ist, meist nur einen bedingten Schutz gegen Erkrankung zu gewähren.

---

[1]) Dieses Handbuch Bd. 5, 4. Aufl. Berlin 1932, S. 15.

[2]) Sappok, H., Wie bekämpft man die Weizenmade? Mitt. Deutsche Landw. Ges. **41**, 1926, 648.

[3]) Watzl, O., Über die Anfälligkeit verschiedener Weizensorten für die Halmfliege *(Chlorops taeniopus Meig.)*. Ztschr. f. angew. Entomol. **18**, 1931, 152.

[4]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 260.

[5]) Åkerman, A., Vetemyggans Märjninger. Sveriges Utsädesförenings Tidsckrift **40**, 1930, 209—294. (Referat Deutsche Landw. Rundschau **8**, 1931, 314.)

[6]) Dieses Handbuch Bd. I, 1. Teil, 6. Aufl. Berlin 1933, S. 143.

[7]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 50.

[8]) Nicolaisen, W., Der Erbsenwickler, *Grapholita (Cydia, Laspeyresia) sp.*, sein Schaden und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Erbsensorten. Kühn-Archiv **19**, 1928, 252.

[9]) Blunck, H., Fritfliegenbefall in den Ähren der Wintergerste. Neue Mitt. f. d. Landw. **4**, 1949, 130—132.

Das zeigt z. B. sehr deutlich die Beobachtung von Zwölfer[1]), daß raschwüchsige Maissorten durch *Pyrausta nubilalis* stärker befallen werden als langsamwüchsige. Mit diesem „Schutz" der letzteren ist nämlich nur so lange zu rechnen, als Sorten von verschieden schnellem Entwicklungsrhythmus in einem räumlich begrenzten Gebiet gleichzeitig angebaut werden. Einheitlicher Anbau langsamwüchsiger Sorten wird dagegen keine Unterschiede mehr erkennen lassen.

Dazu kommt noch, daß durch eine so gerichtete Sortenwahl nur einer beschränkten Zahl von Schädlingsursachen begegnet werden kann, während sie in zahllosen anderen Fällen ohne jeglichen Erfolg bleiben muß. In vielen von diesen bietet nun der Anbau von Sorten, die sich durch „wirkliche" Resistenz auszeichnen, ein wirksames Mittel, um Erkrankungen zu verhüten.

Wie früher erwähnt, unterscheidet Gassner zwischen „wirklicher" und „scheinbarer" Änderung der Resistenz. An anderer Stelle wendet er[2]) diese Unterscheidung auch auf die Resistenz selbst an. Was er damit sagen will, läßt sich am Verhalten der Gerste gegenüber *Ustilago nuda* und von Hafer gegenüber *U. avenae* erläutern. Durch Wegschneiden des oberen Teils der Deckspelze zur Blütezeit konnte Henning[3]) eine Steigerung des Brandbefalls bei den erwähnten *erectum*-Formen von 0,004% auf 15,4% erzielen. Die nach künstlicher Öffnung der Blüten infizierten Pflanzen waren also nur scheinbar resistent, indem sie gegen den Befall nur durch die Kleistogamie geschützt wurden. Zu ähnlichen Ergebnissen ist Johnston[4]) durch Entfernung der Hüllspelzen bei Hafer gelangt. Er unterscheidet zwischen mechanischem Schutz und protoplasmatischer Resistenz, was der Gassnerschen Einteilung entsprechen dürfte. Für praktische Zwecke bleibt es in diesen Fällen freilich gleich, ob wir eine scheinbar oder eine wirklich resistente Sorte vor uns haben.

Der Anbau wirklich resistenter Sorten hat gegenüber demjenigen scheinbar resistenter, wenn man von Fällen wie den eben erwähnten absieht, den großen Vorteil, daß er mit viel größerer Sicherheit zum Erfolg führt. Zwar wissen wir heute, daß auch die wirkliche Resistenz bis zu einem gewissen Grade der Beeinflussung durch äußere Faktoren unterliegt. Andererseits hat aber die Besprechung der Düngung als hygienischer Maßnahme bereits gezeigt, daß mit derartigen Einflüssen nur bei solchen Sorten ernstlich zu rechnen ist, die etwa in der Mitte zwischen anfälligen und resistenten stehen; hoch resistente dagegen sind praktisch unabhängig von ihnen. Deshalb ist die Verwendung wirklich resistenter Sorten, wenn sie auch allen anderen Anforderungen genügen, immer zweckmäßig. Häufig bilden sie auch die einzige wirksame Maßnahme zum Schutz der Pflanze. Dabei kann sich die Resistenz sowohl gegen nichtparasitäre wie gegen parasitäre Schädigungsursachen richten.

Es sei zunächst an die unterschiedliche Frosthärte der Sorten erinnert, deren Bedeutung bei Besprechung der Standortsberücksichtigung bereits gewürdigt

---

[1]) Zwölfer, W., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis Hb.*) in Süddeutschland. II. Teil. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. **17**, 1930, 488.

[2]) Gassner, G., Pflanzenkrankheiten. Handb. d. Landw. Bd. 2. 1929, S. 474.

[3]) Nach Hollrungs Jahresbericht über das gesamte Gebiet der Pflanzenkrankheiten **13**, 1910, 27.

[4]) Johnston, C. O., Effects of soil moisture and temperature and of dehulling on the infektion of oats by loose and covered smuts. Phytopathology **17**, 1927, 31—36.

worden ist. Nicht unerwähnt mag hier auch die bei der Kultur der Zuckerrübe sehr lästige Neigung zum Schossen bleiben. Langjährige Versuche von Roemer[1]) lassen deutlich erkennen, daß durch Züchtung schon Sorten geschaffen sind, die anderen gegenüber auch bei früher Saat deutlich eine wesentlich geringere Schosserneigung zeigen.

Im Kampf gegen die Heidemoorkrankheit des Hafers bezeichnet Rademacher[2]) den von ihm erbrachten Nachweis, daß die Widerstandsfähigkeit bestimmter Sorten auf erblichen Unterschieden im Aneignungsvermögen für Bodenkupfer besteht, als wichtige Grundlage für die Resistenzzüchtung.

Von virösen Erkrankungen sei hier die Mosaikkrankheit angeführt, die bei den verschiedensten Kulturpflanzenarten auftritt. Durch Züchtung von Zuckerrohrsorten, die sich als widerstandsfähig gegen diese für das Zuckerrohr schädlichste Krankheit erwiesen haben, sind Erträge wie vor allem Ertragssicherheit in einem die Zuckerwirtschaft der ganzen Welt auf das stärkste beeinflussenden Ausmaß gesteigert worden[3]). Auch das Auftreten der Kartoffelvirosen läßt sich durch Anbau mehr oder weniger resistenter Sorten einschränken[4]).

Für die Auswahl von Sorten nach ihrer Resistenz gegenüber parasitären Krankheiten sei noch im besonderen betont, daß ein vollkommen sicheres Urteil über ihren diesbezüglichen Wert nur auf Grund einwandfrei durchgeführter Infektionsversuche, wie sie letzten Endes nur im Laboratorium möglich sind, gefällt werden kann. Gerade in der Ausarbeitung eines zuverlässig arbeitenden Infektionsverfahrens liegt für die Resistenzzüchtung oft zunächst die Hauptschwierigkeit, die bislang erst in verhältnismäßig wenig Fällen behoben worden ist. Freilandbeobachtungen haftet naturgemäß immer ein hoher Grad von Unsicherheit an. Eine beredte Sprache reden in dieser Beziehung die zahlreichen Mitteilungen über das unterschiedliche Verhalten der Sorten gegenüber den einzelnen Rostarten. Allerdings kommt hier die Aufteilung der letzteren in biologische Rassen besonders erschwerend hinzu, die aber inzwischen auch für zahlreiche andere Parasiten nachgewiesen worden ist.

Aus der Fülle der in der Literatur vorliegenden Angaben über das Vorkommen resistenter Sorten seien nur einige wenige, hinreichend sichergestellte Beispiele herausgegriffen, die noch deshalb besonders wichtige sind, weil in diesen Fällen andere Maßnahmen zum Schutz der Pflanze außer dem Anbau resistenter Sorten überhaupt nicht oder nur mit einem unverhältnismäßig hohen Kostenaufwand möglich sind.

Im Getreidebau spielt die Verwendung krankheitsresistenter Sorten bisher nur eine begrenzte Rolle. Das hat teilweise seinen Grund darin, daß andere wirksame und rentable Bekämpfungsmaßnahmen zur Verfügung stehen; andererseits begegnet hier die Resistenzzüchtung gerade in Fällen, in denen von ihr allein Hilfe zu erwarten ist, wie z. B. gegenüber den Rostpilzen, besonders großen Schwierig-

---

[1]) Roemer, Th., Die Schosserbildung als Sorteneigenschaft. Zuckerrübenbau **13**, 1931, 169—173.

[2]) Rademacher, B., Kupfergehalt, Kupferbedarf und Kupferaneignungsvermögen verschiedener Hafersorten als Grundlage für die Züchtung gegen die Heidemoorkrankheit widerstandsfähiger Sorten. Ztsch. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 1937, **47**, 545—560.

[3]) Dampf, A., Bibliografia de los principales trabajos relativos al mosaico de la caña de azúcar que se han publicado a partir del descubrimiento de la enfermedad hasta el año de 1929. Bol. Mens. Ofic. Def. Agric. Estados Unidos Mexicanos **3**, 1929, 186.

[4]) Dieses Handbuch Bd. VI, 2. Teil. Berlin 1941, S. 393—397.

keiten. Größere Bedeutung für die Praxis kommt der von Nilsson-Ehle[1]) nachgewiesenen unterschiedlichen Anfälligkeit der Gerstensorten gegenüber dem Hafernematoden zu. Wird Hafer nach Gerste gebaut, so läßt sich durch den Anbau einer hoch resistenten Sorte der letzteren der Befall des ersteren auf ein Minimum herabdrücken. Auch gegen die verschiedenen Rost- und Brandkrankheiten sowie gegen Mehltau und Streifenkrankheiten sind resistente Sorten gezüchtet worden[2]), deren Erfolg aber immer wieder durch die biologische Spezialisierung in Frage gestellt wird.

Ganz anders liegen die Verhältnisse im Kartoffelbau. Das Auftreten von *Synchytrium endobioticum* läßt sich allein durch den Anbau krebsfester Sorten verhüten, der uns andererseits auch ermöglicht, auf krebsverseuchten Feldern Kartoffeln ohne jede Schädigung zu bauen. Das hat dazu geführt, daß in Deutschland seit dem 1. 3. 1941 zum Anbau von Kartoffeln nur noch Pflanzgut krebsfester Sorten verwendet werden darf. Die Hoffnung, dadurch den Parasiten allmählich zum Aussterben zu bringen, hat sich freilich nicht erfüllt, da inzwischen neue aggressivere Biotypen aufgetreten sind[3]). Weiter besitzen wir eine größere Zahl von Sorten, die widerstandsfähig gegen den Schorf sind[4]).

Für den Gemüsebau sei auf die unterschiedliche Widerstandsfähigkeit der Spargelsorten gegen *Puccinia asparagi*[5]) hingewiesen. Im Obstbau läßt sich bis zu einem gewissen Grade dem Befall der Apfelbäume durch *Podosphaera leucotricha*[6]) und der Stachelbeeren durch *Sphaerotheca mors uvae*[6]) durch Berücksichtigung der Sortenresistenz begegnen. Im Weinbau geht man in steigendem Maße dazu über, die Reblausseuchengebiete[7]) auf den Anbau von Pfropfreben mit *vastatrix*-unanfälliger Unterlage umzustellen. Schließlich sei noch von Kolonialpflanzen der Kaffee erwähnt. Hier stellt der Anbau von Arten (z. B. *Coffea robusta*) und Sorten, die gegenüber *Hemileia vastatrix*[8]) widerstandsfähig sind, den wirksamsten Schutz gegen diese früher verheerende Krankheit dar.

Diese Beispiele genügen, um zu zeigen, daß der Auswahl der Sorten nach ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber den verschiedenartigsten Schädigungsursachen eine außerordentlich große Bedeutung zukommt. Nicht mit Unrecht vertreten Schaffnit und Volk[9]) den Standpunkt, daß es immer die erste Aufgabe sein wird, den Pflanzenkrankheiten neben der Anwendung direkter Bekämpfungsmaßnahmen mit fungiziden oder insektiziden Mitteln durch den Anbau widerstandsfähiger Sorten, soweit es möglich ist, zu begegnen. Daß aber die Erwartungen in dieser Richtung nicht zu hoch gespannt werden dürfen, ist bereits angedeutet worden. Dem wird auch die Auffassung von Roemer[2]) gerecht, daß die Resistenzzüchtung keine allgemein dominierende Stellung für sich be-

---

[1]) Nach Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 33.

[2]) Roemer, Th., Fuchs, H. W. u. Isenbeck, K., Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Kühn-Archiv **45**, 1938, 214—379, 11.

[3]) Braun, H., Biologische Spezialisierung bei *Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc.* Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz **52**, 1942, 481—486.

[4]) Schlumberger, O., Der gewöhnliche Kartoffelschorf. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 103, 1934.

[5]) Dieses Handbuch Bd. III. 5. Aufl. Berlin 1932, S. 81.

[6]) Dieses Handbuch Bd. II. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 520, 515.

[7]) Dieses Handbuch Bd. VI. 2. Teil. Berlin 1941, S. 403—406.

[8]) Dieses Handbuch Bd. III. 5. Aufl. Berlin 1932, S. 23.

[9]) Schaffnit, E. und Volk, A., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie verschieden ernährter Pflanzen. Landw. Jahrb. **67**, 1928, 329.

anspruchen dürfe. Unabhängig von der in den besonderen Schwierigkeiten der Resistenzzüchtung begründeten Einschränkung kann es aber mit einer so gerichteten Sortenwahl allein niemals getan sein. Sie wird zur Erfolglosigkeit verurteilt sein, wenn nicht vorher alle anderen bisher besprochenen Maßnahmen der Hygiene zur Anwendung gebracht worden sind, weil auch das Gedeihen der resistenten Sorten nur bei hygienischer Aufzucht gesichert ist.

3. Saatgutauslese

Innerhalb der gewählten Sorte ist nun noch eine weitere Auslese erforderlich, die für die Aufzucht gesunder Pflanzenbestände eine entscheidende Voraussetzung bilden kann. Zwar ist in der Saatgutbeizung ein wirksames Mittel gefunden, um die Übertragung mancher Parasiten mit Sicherheit zu verhindern; in zahlreichen Fällen ist ihre Anwendung aber praktisch nicht durchführbar oder versagt in der Wirkung. In dieser Hinsicht sei an die immer wieder empfohlene Kartoffelbeizung erinnert; umstritten ist auch nach wie vor der Wert der Rübenbeizung. Sobald aber ein einwandfrei arbeitendes Verfahren zur Desinfektion des Saatgutes nicht zur Verfügung steht, bildet die sorgfältige Auslese des Saatgutes die einzige Möglichkeit, um der Übertragung von Krankheiten durch das Saatgut vorzubeugen. Aber auch bei gebeiztem Saatgut sollte man diese Maßnahme niemals unterlassen, da die Beizung doch immer nur gegen einen oder einige wenige Parasiten schützt. Außerdem ist nicht zu vergessen, daß der physiologische Wert des Saatgutes auf jeden Fall durch die Auslese eine Erhöhung erfährt.

Diese kann im wesentlichen nach zwei verschiedenen Richtungen erfolgen, die wir je nach dem eingeschlagenen Weg als positive und als negative Saatgutauslese bezeichnen können. Das Ziel ist in beiden Fällen das gleiche, die Gewinnung von gesundem Saatgut, welches die Entwicklung gesunder Pflanzen gewährleistet, wenn alle anderen Bedingungen für eine solche erfüllt sind. Um dieses Ziel zu erreichen, geht die positive Saatgutauslese gewissermaßen direkt vor, indem sie das gesunde Saatgut ausliest, die negative dagegen indirekt, indem sie das kranke Saatgut ausscheidet. Allerdings ist eine scharfe Trennung der beiden Verfahren nicht möglich, da sie naturgemäß ineinandergreifen; Auslese gesunden Saatgutes bedeutet gleichzeitig Ausscheidung des kranken und umgekehrt. Eine Scheidung läßt sich also nur nach dem jeweilig vorherrschenden Ausleseprinzip vornehmen. Die verschiedenen Maßnahmen, deren man sich zur zuverlässigen Bewertung des Saatgutes bedient, sind an anderer Stelle dieses Bandes ausführlich behandelt[1]). Hier sind lediglich die Gesichtspunkte zu erörtern, die zu beachten sind, um Saatgutauslese im Sinne der Pflanzenhygiene zu betreiben.

Die Anforderungen, die an ein gesundes Saatgut zu stellen sind, hat Hollrung[2]) schärfer zu formulieren gesucht. Zusammenfassend meint er: „Je höher das dem Saatgut zur Verfügung stehende Maß von Lebenskraft ist und je unge-

[1]) Dieses Handbuch. Bd. VI, 2. Teil. Berlin 1941, S. 304—361.

[2]) Hollrung, M., Die krankhaften Zustände des Saatgutes. Kühn-Archiv **8**, 1919, 2.

hinderter es diese Kraft für die Neubildung einer Pflanze einsetzen kann, um so günstiger gestalten sich bei letzterer die gesundheitlichen Verhältnisse." Als eins der wichtigsten Erfordernisse sieht er die Sicherstellung einer befriedigenden Keimschnelligkeit an und weist zum Beweise für die Richtigkeit dieser Auffassung auf die Untersuchungen hin, die bereits Brefeld über die Keimlingsinfektion von Brandpilzen durchgeführt hat und die gezeigt haben, daß die Pflanze der Infektion um so leichter entgeht, je schneller sie das anfällige Jugendstadium durchläuft.

Nun ist schon Wollny[1]) zu dem Schluß gekommen, daß Pflanzen aus großem Saatgut von Körnerfrüchten und Futterpflanzen sich früher entwickeln, während Pflanzen aus kleinen Samen gezogen länger im Jugendzustand verharren. Erstere überwinden mechanische Widerstände des Bodens beim Auflaufen leichter als letztere. Demnach müßte die Verwendung von größerem Saatgut namentlich in allen denjenigen Fällen günstig wirken, in denen es darauf ankommt, die Pflanze durch möglichst schnelle Jugendentwicklung vor Parasitenbefall zu schützen. In der Tat ist die Richtigkeit dieser Schlußfolgerung für verschiedene Krankheitserreger experimentell nachgewiesen worden.

Zur Herabsetzung des Auftretens von *Ustilago tritici* empfiehlt Tiemann[2]) scharfe Sortierung des Weizensaatgutes, da nach seinen Feststellungen große Körner bedeutend weniger brandkranke Pflanzen liefern als kleine. Diese Erscheinung führt er auf den schnelleren Auflauf der großen Körner zurück; möglicherweise erleiden aber auch schwach infizierte Körner an ihrer Größe Einbuße und werden dadurch bei der Sortierung ausgeschieden. Die gleiche Beobachtung hat Taylor[3]) gemacht. Genau[4]) hat gefunden, daß die größeren Mittelkörner der Gerstenähre weniger von *Helminthosporium gramineum* befallene Pflanzen liefern als die kleineren. Die Erklärung für diesen Befund sieht er einmal in der größeren Triebkraft der größeren Körner, zum anderen darin, daß diese infolge der früheren Blüte der mittleren Ährchen bei der Infektion günstiger gestellt waren. Bei Versuchen von Arland[5]) mit Hafer waren die aus Innenkörnern hervorgegangenen Pflanzen meist 3—4 mal, in einigen Fällen 10—20 mal so anfällig gegenüber *Ustilago avenae* wie die aus Außenkörnern hervorgegangenen Pflanzen. Die gleiche Beziehung hat Nilsson-Ehle[6]) beim Fritfliegenbefall gefunden. Pflanzen aus Innenkörnern

---

[1]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 79.

[2]) Tiemann, A., Untersuchungen über die Empfänglichkeit des Sommerweizens für *Ustilago tritici* und den Einfluß der äußeren Bedingungen dieser Krankheit. Kühn-Archiv **9**, 1925, 449.

[3]) Taylor, J. W., Effect of the continuous selection of large and small wheat seed on yield, bushel weight, varietal purity and loose smut infection. Journ. Amer. Soc. Agron. **20**, 1928, 867.

[4]) Genau, A., Methoden der künstlichen Infektion der Gerste mit *Helminthosporium gramineum* und Studien über die Anfälligkeit verschiedener Sommergersten diesem Pilz gegenüber. Kühn-Archiv **19**, 1928, 348.

[5]) Arland, A., Der Haferflugbrand *Ustilago avenae* (Pers.) Jens. Biologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Infektions- und Anfälligkeitsfrage. Bot. Archiv **7**, 1924, 100.

[6]) Nilsson-Ehle, H., Nagot om betydelsen af storkornigt utsäde, särskildt vid angrepp af fritflugan. Sveriges Utsädesförenings Tidskrift **12**, 1902, 158—165. (Ref. Hollrung, M., Jahresbericht über die Neuerungen und Leistungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten **5**, 1902, 120.)

wurden bedeutend mehr durch *Oscinis frit* geschädigt als solche aus Außenkörnern, was auf die längere Entwicklungszeit der ersteren zurückgeführt wird. Rostrup und Thomsen[1]) haben allerdings diese Frage in mehrjährigen Versuchen nachgeprüft und konnten dabei die Befunde von Nilsson-Ehle nicht bestätigen.

Wollny glaubt auch, daß die größeren Mengen von Reservenährstoffen in den größeren Körnern auf alle späteren Entwicklungsstadien ebenfalls einen günstigen Einfluß ausüben. „Die größten Samen, Knollen und Wurzeln ein und derselben Varietät besitzen die größte Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige äußere Verhältnisse."

Eine weitere positive Saatgutauslese wird häufig bei der Kartoffel betrieben, bei der sie als sogenannte positive Massen- und Staudenauslese bekannt ist. Sie besteht in der Auswahl besonders kräftiger, wüchsiger, von allen Krankheitssymptomen freier Pflanzen, die dann entweder einzeln (Staudenauslese) oder gemeinsam (Massenauslese) nachgebaut werden. Ebenso ist die Auswahl gesunder Pflanzen aus dem Saatbeet vor ihrer Versetzung in den Feldbestand eine positive Saatgutauslese.

Blunck[2]) sieht in der Verwendung kräftiger, im Wuchs vorgeschrittener gesunder Setzlinge, die Werth[3]) vollkommen herniefreien Aussaatbeeten entnommen wissen will, ein wirksames und wirtschaftliches Mittel zur Minderung der Verluste durch Kohlhernie. Auswahl gesunder Wildlinge empfiehlt Stapp[4]), um einen Befall der Obstbäume durch *Bacterium tumefaciens* zu verhüten. Die Feldinfektionen des Tabaks durch *Bacterium tabacum* gehen nach allgemeiner Auffassung in weitaus überwiegender Mehrzahl auf Sämlinge zurück, die bereits im Saatbeet verseucht gewesen sind. Deshalb wird auch hier die Anpflanzung nur absolut gesunder Sämlinge gefordert[5]). Tritt in den Anzuchtbeeten von Phlox *Tylenchus dipsaci* auf, so ist die wichtigste Maßnahme die Entnahme der Stecklinge nur von gesunden Mutterpflanzen[6]).

Wie die Sortierung des Saatgutes nach der Größe bzw. dem Gewicht zu einer Auslese physiologisch leistungsfähigen Saatgutes führt, so kann das gleiche Verfahren auch zur Ausscheidung kranken Saatgutes dienen.

Es ist bekannt, daß die sog. Brandbutten, d. h. die von den Resten der Fruchtwand des Weizenkornes festumschlossene Masse von Sporen von *Tilletia tritici* infolge ihres leichten Gewichtes im Wasser obenauf schwimmen und deshalb beim Waschen des Saatgutes abgeschöpft werden können. Auch „Gichtkörner" des Weizens, d. h. solche, die von *Tylenchus tritici* befallen sind, schwimmen nach gründlichem Umrühren in einer 20%igen Salzlösung obenauf und können dann mühelos entfernt werden[7]). Von *Gibberella saubinetii* befallene Weizen- und Gerstenkörner sind zusammengeschrumpft und dadurch kleiner und leichter. Dickson

---

[1]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 285.

[2]) Blunck, H., Vergleichende Prüfung chemischer Mittel gegen Kohlhernie. Gartenbauwissenschaft **1**, 1928, 164.

[3]) Werth, E., Die Kohlhernie und ihre Bekämpfung. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 56, 1933.

[4]) Stapp, C., Der Wurzelkropf oder Bakterienkrebs der Obstbäume und seine Bekämpfung. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. Flugblatt 78, 1931.

[5]) Dieses Handbuch Bd. 2. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 279.

[6]) Pape, H., Stockkrankheit bei *Phlox*. Gartenwelt **31**, 1927, 532.

[7]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 25.

und Mains[1]) empfehlen ihre sorgfältige Entfernung durch Anwendung eines Gebläses. Pichler[2]) legt für die Bekämpfung des Schneeschimmels der Verwendung nur großer, schwerer Körner größtes Gewicht bei, da leichte Körner schwächliche Pflanzen ergäben, die von vornherein für den Befall empfänglich seien. Bömer[3]) weist darauf hin, daß in gesunden Kartoffelbeständen große und kleine Knollen den gleichen Pflanzgutwert besitzen. In abgebauten dagegen ist eine Auslese nur der letzteren unbedingt zu vermeiden, da man andernfalls das Pflanzgut direkt mit kranken Knollen anreichert.

Bei manchen Kulturpflanzen läßt sich auch eine direkte Auslese der kranken Teile aus dem Saatgut durchführen. So empfiehlt Müller[4]) zur Vermeidung schwererer Formen des Zwiebelrotzes alle weichen Zwiebeln aus dem Saatgut zu entfernen. Andererseits ist unter Umständen auch eine Beseitigung lediglich der Krankheitserreger selbst möglich.

Claviceps purpurea ist aus dem Saatgut unschwer durch die Reinigung zu entfernen. Ebenso gelingt dies, wenn auch erheblich schwerer, bei den als Schmarotzer auftretenden *Cuscuta*-Arten. Die Entfernung ihrer Samen bedarf freilich spezieller Reinigungsanlagen, ohne daß sie immer restlos zu erreichen ist[5]). Hierunter fällt auch die Reinigung des Saatgutes von Unkrautbeimengungen, auf die nur hingewiesen werden kann.

Viel günstiger ist es naturgemäß, wenn kranke Körner, Knollen, Wurzeln nnd Zwiebeln gar nicht erst in das Saatgut gelangen, indem schon bei der Ernte derjenigen Bestände, aus denen das Saatgut genommen werden soll, nach Möglichkeit für Entfernung der kranken Pflanzen Sorge getragen wird.

Hier ist vor allem als Beispiel die negative Staudenauslese bei Kartoffeln zu nennen, welche die sorgfältige Entfernung aller kranken Stauden anstrebt. Sie ist im Kampf gegen die Kartoffelvirosen von entscheidender Bedeutung. Der Übertragung der *Peronospora Schachtii* im Rübenbau beugt man vor, indem man den befallenen Samenrüben rechtzeitig den Kopf, in welchem das Mycel überwintert, absticht oder sie gänzlich vom Felde entfernt[6]).

Schließlich kann es auch ratsam sein, sich nicht auf die Entfernung der einzelnen kranken Pflanzen zu beschränken, sondern Bestände, die einen mehr oder minder großen Prozentsatz an kranken Pflanzen aufweisen, überhaupt von der Saatgutgewinnung auszuschließen, wie es das Ziel der Saatenanerkennung ist. Dabei wechselt die Höhe des zulässigen Besatzes mit kranken Pflanzen je nach der Gefährlichkeit der Krankheit oder des Parasiten. Auffinden auch nur einer krebskranken Kartoffel im Bestande verbietet die Gewinnung von Pflanzgut. Zur Verhütung des Auftretens der Tomatenbakterienwelke, verursacht durch *Aplanobacter michiganense*, fordert Bryan[7]), kein Saatgut von Feldern mit auch nur geringem Krankheitsbesatz zu nehmen.

---

[1]) Dickson, I. G. and Mains, E. B., Scab of wheat and barley and its control. U. S. Dep. Agric. Farm. Bul. Nr. 1599, 1929, 13.

[2]) Pichler, F., Der Schneeschimmel. Fortschr. d. Landw. **8**, 1933, 152.

[3]) Bömer, Die Größe der Pflanzkartoffeln. Kartoffel **7**, 1927, 154.

[4]) Müller, K. R., Ergebnisse einiger Versuche zur Bekämpfung des Zwiebelrotzes. Landw. Wochenschr. f. Sachsen **88**, 1930, 168—169.

[5]) Fischer, W., Samengewinnung und Saatgutbereitung bei den wichtigsten Klee- und Grasarten. Bd. 1. Berlin 1928, S. 172.

[6]) Frank, A. B., Die pilzparasitären Krankheiten der Pflanzen. Bd. 2. Breslau 1896, S. 77.

[7]) Bryan, M. K., Studies on bacterial canker of tomato. Journ. Agr. Res. **41**, 1930, 845.

Die Ausschließung ganzer Bestände kann sich unter Umständen aber nicht nur auf das Auftreten bestimmter Krankheitssymptome gründen, sondern deswegen erfolgen, weil der Saatgutwert durch den Anbau unter bestimmten Umweltbedingungen gelitten hat oder diese mit denjenigen des Nachbauortes nicht harmonieren. Es ist früher schon auf die Bedeutung des Herkunftswertes hingewiesen worden, der in steigendem Maße Beachtung erfährt und für die gesunde Entwicklung der Pflanzen entscheidend sein kann. Ein weiteres Eingehen darauf verbietet sich an dieser Stelle. Als Beweis für die Wichtigkeit des Herkunftswertes und die aus ihm möglicherweise sich ableitenden einschneidenden Folgen sei die Aufforderung von Opitz[1]) angeführt, der es als Pflicht der anerkennenden Körperschaften bezeichnet, die natürlichen Pflanzkartoffelgebiete möglichst sicher zu ermitteln und die Kartoffelanerkennung auf diese zu beschränken. Die Pflanzkartoffelvermehrung in den Gesundlagen des Kartoffelbaues, die der Pfirsichblattlaus schlechte Existenzbedingungen und gleichzeitig der Kartoffel günstigste Entwicklungsbedingungen bieten, wird von Schuster[2]) als das entscheidendste Mittel im Kampf gegen den Kartoffelabbau bezeichnet.

4. Saatzeit

„Der Umstand, daß die Pflanzen bei verschiedenen Saatzeiten eine verschiedene Ausbildung ihrer Organe und damit auch eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen gewisse Krankheitserreger erlangen, sowie daß der Einfluß letzterer zu bestimmten Zeitpunkten am größten ist, legt die Vermutung nahe, daß es möglich sein werde, durch zweckmäßige Wahl des Saattermines die Verheerungen durch Insekten, niedere Organismen (Pilze) zu vermindern.“ Zu dieser Vermutung ist Wollny[3]) bereits 1885 gelangt, nachdem Haberlandt[4]) festgestellt hatte, daß Sommerroggen um so weniger Befall durch *Claviceps purpurea* zeigte, je früher er ausgesät wurde, eine Beobachtung, die Wollny bestätigen konnte.

Wollny empfiehlt weiter im Herbst zeitige Aussaat bei den Winterölsaaten, um den ihnen im nächsten Frühjahr drohenden Schädigungen durch *Meligethes aeneus* zu begegnen, sowie Hinauszögerung der Aussaat von Wintergetreide zum Schutz gegen *Cecidomyia destructor*, gegen deren Auftreten Sommergerste innerhalb der drei nächsten Wochen nach der ersten Schwärmzeit auszusäen ist, während späte Bestellung der Ackerbohne als wirksame Maßnahme gegen *Aphis rumicis* genannt wird.

Zahlreiche Beobachtungen und exakte Untersuchungen haben seitdem Wollnys Vermutung bestätigt und die Wahl der Saatzeit als eine wertvolle pflanzenhygienische Kulturmaßnahme erwiesen, wenngleich auch Wollny schon mit Recht die Einschränkung gemacht hat, daß die richtig gewählte Saatzeit kein absolutes Schutzmittel gegen Erkrankungen der Pflanzen ge-

---

[1]) Opitz, K., Der Kartoffelbau. Handb. d. Landwirtsch. Bd. 3. Berlin 1930, S. 159.

[2]) Schuster, O., Der Pflanzkartoffelbau. Hannover 1946, S. 51.

[3]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 511.

[4]) Haberlandt, F., Österr. landw. Wochenblatt 1876, Nr. 3. (Nach Wollny S. 480.)

währen könne. Hollrung[1]) sieht die pflanzenpathologische Bedeutung einer richtigen Wahl der Bestellzeit in der Möglichkeit, allein dadurch Verhältnisse zu schaffen, welche für den Schädling ungünstige Ernährungsbedingungen nach sich ziehen, sei es, weil bei seinem Auftreten die Pflanze schon zu weit in der Entwicklung vorgeschritten oder weil sie noch zu weit in ihr zurückgeblieben ist. Demnach hat Hollrung nur die Verhütung parasitärer Erkrankungen im Auge. Es ist zuzugeben, daß überwiegend nur an diese gedacht wird, sooft die Beachtung pflanzenhygienischer Gesichtspunkte bei der Wahl der Saatzeit gefordert wird. Trotzdem muß auch hier betont werden, daß eine derartige Beschränkung dem Wesen der Pflanzenhygiene nicht gerecht wird. Vielmehr ist jegliche Wahl der Saatzeit mit dem Ziel, der Pflanze bestmögliche Entwicklungsbedingungen zu gewährleisten, als pflanzenhygienische Maßnahme zu werten, da die Pflanze unter derartigen Bedingungen am ersten vor abnormer Prädisposition geschützt sein wird. Dem entspricht es auch, wenn Wollny[2]) sagt, innerhalb der von der Natur gezogenen Grenzen biete eine frühe Einsaat die größte Gewähr für das normale Gedeihen der Pflanzen, oder wenn Rademacher[3]) meint, eine rechtzeitige Aussaat bürge für kräftige Pflanzen, die damit auch am ehesten vor Schäden und Krankheiten aller Art geschützt seien.

Als Beispiel für den Einfluß der Saatzeit auf die abnorme Prädisposition der Pflanze sei das Auftreten des Schneeschimmels angeführt. Pichler[4]) macht darauf aufmerksam, daß der Zeitpunkt der Aussaat des Wintergetreides von den Praktikern möglichst spät gewählt wird, damit sich die junge Saat nicht zu üppig entwickelt und weniger dem Befall durch den Schneeschimmel ausgesetzt ist. Er glaubt, daß Änderungen des normalen Atmungsprozesses die Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber Fusarium erhöhen. Eine solche Änderung sei durch üppige Entwicklung bedingt, wie sie durch frühe Aussaat hervorgerufen werde. „Je üppiger nämlich die Pflanzen stehen, desto größer die Atmung, desto größer der Sauerstoffbedarf." Im einzelnen dürften diese Zusammenhänge freilich noch genaue Nachprüfung erfordern.

Wenn die Verhütung der abnormen Prädisposition auch von großem Wert ist, um der Erkrankung der Pflanze vorzubeugen, so gewährt sie allein doch keinen hinreichenden Schutz. Denn die Pflanze durchläuft ja in ihrer Entwicklung auch Stadien normaler Prädisposition. Treffen diese mit dem Vorhandensein schädigender Ursachen irgendwelcher Art zusammen, so ist naturgemäß die Gefahr der Erkrankung gegeben, auch wenn die abnorme Prädisposition ausgeschlossen ist. Dieses Zusammentreffen zu vermeiden, bietet die Wahl der Saatzeit wie kaum eine andere Kulturmaßnahme weitgehende Möglichkeiten.

Glücklicherweise ist nun auch unter diesem Gesichtspunkt in der Mehrzahl der Fälle eine frühe Saat zu fordern, so daß sich im wesentlichen die Wege decken, die einzuschlagen sind, um einer sei es aus normaler, sei es aus abnormer Prädisposition sich ableitenden Erkrankung entgegenzuarbeiten. Aber auch in

---

[1]) Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 55.

[2]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 513.

[3]) Rademacher, B., Welche Saatzeit ist zur Erzielung gesunder Pflanzenbestände zu wählen? Mitt. Deutsche Landw. Ges. **45**, 1930, 188—189.

[4]) Pichler, F., Der Schneeschimmel. Fortschr. d. Landw. **8**, 1933, 151.

den Fällen, in denen die Rücksicht auf eine Schädigung zur Wahl einer ungünstigeren Saatzeit Veranlassung gibt, sollte, wie Rademacher[1]) mit Recht fordert, eine Verlegung nur dann erfolgen, wenn man sicher ist, daß der mit einer solchen Saat zur Unzeit verbundene Ertragsausfall wieder wettgemacht wird. Der von Blunck und Janisch[2]) für den Rübenbau umrissene Standpunkt in der Frage der Saatzeit verdient nachdrückliche Unterstreichung und Beherzigung auch für andere Kulturpflanzen:

„Im allgemeinen dürfte gelten, daß in Deutschland für jeden Bezirk, in dem der Rübenbau überhaupt lohnt, aus der praktischen Erfahrung heraus die beste Drillzeit bereits erarbeitet ist, und man wird gut tun, hier mit Abänderungsvorschlägen vorsichtig zu Werke zu gehen. Die Praxis wird ihre Maßnahmen mit Recht niemals einseitig auf einen Sondergesichtspunkt einstellen, sondern im Auge haben, daß an der Pflanze im freien Feld Einflüsse mannigfacher Art sich auswirken, die bei der Kultur möglichst gleichmäßig zu berücksichtigen sind. Der angestrebten Wirkung wird das Verfahren am nächsten kommen, welches in bezug auf Art und Zeit der Anwendung der Resultante aller dieser mehr oder minder gegensätzlichen Faktoren gerecht wird."

Diese Erwägung ist um so notwendiger, als eine Saatzeit, die zum Schutz gegen einen Schädling angezeigt ist, den durch einen anderen verursachten Schaden erhöhen kann. So macht Briton-Jones[3]) darauf aufmerksam, daß früh gesäte Baumwolle früh reif und dadurch weniger durch den Kapselwurm geschädigt wird. Andererseits können dadurch die Verluste durch die „soreshin"-Krankheit[4]) beträchtlich gesteigert werden.

Der Begriff Frühsaat ist nun freilich ebenso wie Spätsaat kein feststehender, sondern ein relativer. Wollny[5]) bezeichnet es geradezu als sehr fehlerhaft, für die einzelnen Kulturpflanzen die konkreten Saatzeiten in bestimmten Terminen anzugeben, da diese sich nach den verschiedensten Faktoren zu richten haben. Er sieht die passende Saatzeit gekommen, „wenn alle Bedingungen zu einer kräftigen Entwicklung der Pflanzen und schnellen Überwindung der gefährlichen Jugendzeit vorhanden sind und den Pflanzen bis zu der mit dem Schossen beginnenden Hauptwachstumsperiode so viel Zeit zur Verfügung bleibt, daß sie sich bis dahin möglichst kräftig in ihren ober- und unterirdischen Organen zu entfalten und einen reichen Vorrat von Reservestoffen anzusammeln vermögen".

Zur Überwindung der gefährdeten Jugendentwicklung können wir in vielen Fällen durch zweckmäßige Wahl der Saatzeit beitragen. Frühe Aussaat im Frühjahr kann erwünscht sein, weil die Bodentemperaturen über dem Keimungs-

[1]) Rademacher, B. Welche Saatzeit ist zur Erzielung gesunder Pflanzenbestände zu wählen? Mitt. Deutsche Landw. Ges. **45**, 1930, 188—189.

[2]) Blunck, H. und Janisch, R., Bericht über Versuche zur Bekämpfung der Rübenaaskäfer im Jahre 1923. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **13**, 1925, 469.

[3]) Briton-Jones, H. R., Mycological work in Egypt during the Period 1920 bis 1922. Min. Agr. Egypt. Techn. and Scient. Serv. Bul. **49**, 1925, 55.

[4]) Forsteneichner, F., Die Jugendkrankheiten der Baumwolle in der Türkei. Phytopath. Ztschr. 1931, **3**, 367—419.

[5]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 513.

minimum des Wirtes, aber unter demjenigen des Parasiten liegen. Aus dem gleichen Grunde kann umgekehrt im Herbst Spätsaat angezeigt sein. Es braucht sich aber auch keineswegs nur um Unterschiede im Keimungsminimum zu handeln, sondern es können auch solche im Temperaturoptimum genügen. Es kommt dann nur auf die relative Entwicklungsgeschwindigkeit von Pflanze und Parasit an. Erlaubt eine bestimmte Bodentemperatur ersterer eine schnellere Entwicklung als letzterem, so besteht naturgemäß größere Aussicht, daß sie dem Angriff des Parasiten, der sie nur im Jugendstadium zu infizieren vermag, entrinnt, als wenn die Entwicklungsgeschwindigkeit beider gleich oder gar diejenige des Parasiten größer ist.

Ein charakteristisches Beispiel bietet der Befall von Weizen und Mais durch *Gibberella saubinetii*. Um ihr zu begegnen, empfiehlt Dickson[1]) bei Weizen Aussaat in kühlem Boden, d. h. im Herbst spät, im Frühjahr früh, während im Gegensatz dazu Mais in warmem Boden, also spät auszusäen ist, weil die günstigste Bodentemperatur für Gibberellaschäden an Weizen 12—28°, an Mais 2—20° C ist. Auf Böden, die mit *Ophiobolus* verseucht sind, rät van de Laar[2]) zu später Aussaat des Winterweizens, was der allgemeinen Anschauung entspricht, daß Frühsaat den Schaden durch Fußkrankheit begünstigt. Eine Erklärung könnte in der Angabe Noaks[3]) gefunden werden, daß die Infektion des Halmes wahrscheinlich schon bei der Keimung des Weizens geschieht. Hat *Ophiobolus* ein höheres Optimum als der Weizen, so wird dieser bei später Aussaat der Infektion leichter entgehen. Blunck[4]) warnt aber mit Recht davor, die gut begründete Regel, daß Winterweizen um so früher in die Erde muß, je weniger Boden und Klima seinen allgemeinen Vegetationsansprüchen genügen, in einseitiger Einstellung auf Abwehr der Fußkrankheiten zu vernachlässigen. Vielleicht liege in stärkerer Berücksichtigung von Weizensorten, die eine besonders späte Bestellung vertragen, ein Ausweg. Weiter kann dem Auftreten von *Tilletia tritici* durch Wahl der Saatzeit entgegengearbeitet werden, wenngleich diese auch im Hinblick auf die Möglichkeit sicherer Bekämpfung durch die Beizung von untergeordneter Bedeutung ist. Allerdings lauten hier die Angaben widersprechend. Bei Winterweizen wird sowohl späte wie frühe Aussaat empfohlen, bei Sommerweizen nur späte. Die Widersprüche finden, wie Versuche von Appl[5]) und vor allem von Rabien[6]) gezeigt haben, dadurch ihre Erklärung, daß von diesen beiden Saatzeiten noch eine mittlere Saatzeit zu trennen ist. Entscheidend ist nach Bonnes'[7]) Untersuchungen die relative Entwicklungsgeschwindigkeit von Weizenkorn und Steinbrandsporen. Bei mittlerer Aussaat ist sie gleich groß und der Befall infolgedessen am höchsten. Bei früher und später dagegen gewinnt der Weizen einen Vorsprung, weil in beiden

---

[1]) Dickson, J. G., Influence of soil temperature and moisture on the development of the seedling blight of wheat and corn caused by *Gibberella Saubinetii*. Journ. Agric. Res. Wash. **23**, 1923, 868.

[2]) van de Laar, I. H., Onderzoekingen over *Ophiobolus graminis Sacc.* en *Ophiobolus herpotrichus (Fr.) Sacc.* en over de door deze fungi veroorzakte ziekten van Triticum vulgare en andere Gramineae. Inst. Phytopath. Lab. v. Mycol. en Aardappelonderz. Mededeel. **55**, 1931, 102—104.

[3]) Dieses Handbuch Bd. 2. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 648.

[4]) Blunck, H., Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 288.

[5]) Appl, J., Saatzeit und Steinbrandbefall des Weizens. Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen i. Österreich **18**, 1915, 45—54.

[6]) Rabien, H., Über Keimungs- und Infektionsbedingungen von *Tilletia tritici*. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **15**, 1928, 349.

[7]) Bonne, C., Untersuchungen über den Steinbrand des Weizens. Angew. Botanik **13**, 1931, 169—209.

Fällen seine Entwicklungsgeschwindigkeit größer ist. Wertvoller wäre die Wahl der Saatzeit zur Herabsetzung des Flugbrandbefalls des Sommerweizens, da dessen Bekämpfung durch Beizung größeren Schwierigkeiten begegnet. Da *Ustilago tritici* ein niedrigeres Keimminimum hat als der Weizen, hält Schaumburg[1]) seine mit Rücksicht auf die lange Wachstumszeit ohnehin erforderliche frühe Aussaat im Herbst auch aus diesem Grunde für ratsam. Seiffert[2]) glaubt freilich, daß die Saatzeit auf den Flugbrandbefall von Sommerweizen und Gerste ohne Einfluß ist. Ähnlich liegen die Dinge bei *Ustilago avenae*. Nachdem Brefeld späte Aussaat des Hafers empfohlen hatte, um den Befall herabzudrücken, war man inzwischen überwiegend der Ansicht, daß Frühsaat geringeren Befall zur Folge habe, Moldenhauer[3]) wieder erhielt höchsten Befall bei Frühsaat, während er bei Normalsaat zurückging, um bei Spätsaat wieder anzusteigen. Auf nematodenverseuchten Böden legt Goffart[4]) besonderen Wert auf frühe Bestellung, weil die Reizintensität des Hafernematoden vom Februar ab ansteigt und im April ihren Höhepunkt erreicht, so daß je später die Aussaat erfolgt, desto mehr schlupfreife und schon geschlüpfte Larven sich zum Angriff auf die Haferwurzeln bereitfinden. Um dem Befall der Kartoffeln durch *Rhizoctonia solani* entgegenzuarbeiten, warnt Braun[5]) vor zu frühem Pflanzen, das leicht den Befall fördern kann, da die Gefahr niedriger Temperaturen während der Auflaufzeit dadurch vergrößert und infolgedessen der Auflauf verzögert wird. Bei Versuchen mit *Plasmodiophora brassicae* hat Blunck[6]) festgestellt, daß spät ins Freiland gebrachte Kohlpflanzen stärker befallen waren als früh verpflanzte, was er mit dem hohen Temperaturoptimum des Pilzes in Verbindung bringt. Die Bestellung auf hernieverdächtigem Boden ist deshalb im Frühjahr zeitig vorzunehmen, da die Infektionsgefahr mit fortschreitender Jahreszeit bis zum Sommer zunimmt. Graebener[7]) will allerdings auf derartigen Böden gänzlich auf Frühjahrskultur verzichten und nur im Spätherbst Kohlpflanzen setzen, da der Pilz sich dann infolge der niedrigen Bodentemperatur nicht mehr zu entwickeln vermag, während die Pflanze Zeit hat, mit ihren Hauptwurzeln tief in den Boden einzudringen und so im Frühjahr kaum noch von dem Parasiten geschädigt werden kann.

Durch die Wahl der Saatzeit kann nun nicht nur den jüngsten Entwicklungsstadien der Pflanzen ein Schutz gegen Infektion durch Bodenparasiten gewährt, sondern auch Erkrankungen in späteren Entwicklungsstadien vorgebeugt werden. Denn je nach der Saatzeit tritt in dem gesamten Entwicklungsablauf der Pflanze eine mehr oder minder große Verschiebung ein, die mit Annäherung an die Ernte immer mehr abnimmt. Diese Wirkung veränderter Saatzeit kann, wie schon bei der Sortenwahl festgestellt worden ist, besonders bedeutungsvoll

[1]) Schaumburg, A., Beiträge zur Frage der Bekämpfung des Weizenflugbrandes mit besonderer Berücksichtigung der Anforderungen des Saatzuchtbetriebes. Diss. Jena 1924.

[2]) Seiffert, J., Empfänglichkeit verschiedener Gerstensorten für *Ustilago hordei nuda* und der Einfluß äußerer Bedingungen auf Höhe des Brandprozent. Kühn-Archiv **12**, 1926, 452.

[3]) Moldenhauer, J., Untersuchungen über die Empfänglichkeit der Wild- und Kulturhaferformen für *Ustilago avenae* mit besonderer Berücksichtigung des Infektionsvorganges. Kühn-Archiv **15**, 1927, 375.

[4]) Goffart, H., Untersuchungen am Hafernematoden *(Heterodera Schachtii, Schm.)* unter besonderer Berücksichtigung der schleswig-holsteinischen Verhältnisse. II. Arbeit. Biolog. Reichsanstalt **23**, 1943, 155—156.

[5]) Braun, H., Der Wurzeltöter der Kartoffel *Rhizoctonia solani K.* Berlin 1930, S. 111.

[6]) Blunck, H., Vergleichende Prüfung chemischer Mittel gegen Kohlhernie. Gartenbauwissenschaft **1**, 1928, 164.

[7]) Graebener, Herbstpflanzung gegen Kohlhernie. Gartenwelt **32**, 1928, 558.

durch Verschiebung von Stadien normaler Prädisposition der Pflanze werden, da hierdurch unter Umständen das Zusammentreffen dieser mit dem Vorhandensein von Schädigungsursachen vermieden wird.

Auf die Bedeutung dieser Zusammenhänge für die Auswinterungsgefahr hat Hülsenberg[1]) hingewiesen. Er glaubt, daß unsere Getreidearten sich in einem oft nur ganz geringe Zeit währenden Zustand besonders großer Frostempfindlichkeit befinden, wenn sie das erste Blatt entwickelt haben. Infolgedessen können Unterschiede im Auflauf um nur einen Tag entscheidend für den Frostschaden werden. Hülsenberg empfiehlt deshalb als „beste Versicherung" gegen Auswinterungsschäden eine frühe Saat und bezeichnet Vorschläge, gewisse Krankheiten, z. B. Fußkrankheiten, durch späte Saat bekämpfen zu wollen, als ein sehr bedenkliches Unterfangen. Ebenso hat auch Janssen[2]) Zusammenhänge zwischen Größe des Frostschadens und Aussaatzeit gefunden, die ihn freilich insofern zu einer etwas andern Schlußfolgerung gelangen lassen, als er vor sehr früher sowohl als sehr später Aussaat warnt, da in beiden Fällen der Frostschaden zunimmt. Steiner[3]) empfiehlt, zur Hintanhaltung jeglichen bzw. zur Vermeidung starken Befalls der Herbstsaat durch *Puccinia triticina* und *P. dispersa* grundsätzlich möglichst späte Aussaat zu wählen oder, eindeutiger gesagt, die herbstliche Saatzeit so einzurichten, daß sich die Pflanzen bis zum Eintritt der Winterruhe nicht mehr oder nur in geringem Maße zu bestocken vermögen, weil Keimpflanzen bis zur Zeit der Bestockung praktisch als rostfrei anzusehen sind. Sommerung soll aus dem gleichen Grunde möglichst früh ausgesät werden, wodurch gleichzeitig erreicht wird, daß zur Zeit des stärkeren Erscheinens des Gelbrostes die Entwicklung der Pflanzen schon so weit abgeschlossen ist, daß *P. glumarum* keine günstigen Angriffs- und Verbreitungsmöglichkeiten mehr findet und daher mit einer stärkeren Schädigung nicht mehr zu rechnen ist.

Das bekannteste Beispiel für die Abhängigkeit des Schadens vom Zusammentreffen eines bestimmten Entwicklungsstadiums der Pflanze mit einem solchen des Parasiten bietet *Oscinis frit*. Die Fritfliege bevorzugt bekanntlich bei der Eiablage die im zweiten bis vierten Blatt stehenden Keimlinge der Gramineen. Die Saat muß deshalb so in den Boden gebracht werden, daß dieses Stadium in eine Zeit fällt, in der die Fliege noch nicht oder nicht mehr fliegt und Eier legt. Sommerung ist also früh, Winterung spät auszusäen[4]). Den Erfolg früher Aussaat des Hafers mag folgender Versuch von Rostrup und Thomsen[5]) veranschaulichen:

Aussaatzeit	% befallene Pflanzen	Ernte in kg je ha
15. April	31	1218
27. „	35	1187
5. Mai.	67	435
15. „	84	266

[1]) Hülsenberg, H., Auswinterung bei Weizen und verkannte Beizschäden. Pflanzenbau **8**, 1931, 63.

[2]) Janssen, G., Effect of date of seeding of winter wheat on plant development and its relationsship to winterhardiness. Journ. Am. Soc. Agron. **21**, 1929, 464.

[3]) Steiner, H., Einfluß der Saatzeit auf den Herbstbefall der Winterung mit Braunrost. Landw. Jahrb. **80**, 1934, 414. — Ein Beitrag zur Frage der Getreiderostbekämpfung auf kulturellem Wege. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **44**, 1934, 352.

[4]) Appel, O., Getreidekrankheiten. Berlin 1931, Tafel 3.

[5]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 283, 290.

Daß die Aufstellung einer Saatregel mit festem Termin aber auch in diesem Fall nicht möglich ist, haben neuerdings Crüger und Körting[1]) für ein begrenztes Gebiet gezeigt. Blunck[2]) hat deshalb auf Grund der Beobachtung, daß der Massenflug der Fritfliege in der Regel erst zur Zeit des Erblühens der ersten Frühäpfel einsetzt, der Saatregel jetzt folgende Fassung gegeben: „Hafer ist so früh zu bestellen, daß er beim Erblühen der ersten Frühäpfel in allen Sprossen, die zur Fruchtbildung kommen sollen, über die Bildung des vierten Blattes hinaus ist." Im Gegensatz zum Hafer wird bei der Gerste das Jugendstadium von der Fritfliege im allgemeinen kaum bedroht. Dagegen kann bei ihr, worauf Blunck[3]) hingewiesen hat, sehr schwerer Schaden an den Ähren hervorgerufen werden. Blunck hat gleichzeitig festgestellt, daß die Gerstenwinterung durch frühe Aussaat weitgehend und bei Anbau einer zweizeiligen Gerste vielleicht ganz dem Zugriff der Fliege entzogen werden kann. Sommergerste dagegen schneidet am besten ab, wenn sie mittelfrüh in den Boden gebracht wird. Dabei besteht zwischen den Gerstensorten wieder insofern ein Unterschied, als zweizeilige vom *nutans*-Typ auch bei abweichendem Saattermin nicht übermäßig leiden, während mehrzeilige bei sehr zeitiger Saat schwer und bei sehr später Saat bis zur Vernichtung geschädigt werden können. Ähnlich liegen die Dinge bei *Chlorops taeniopus*, nur daß hier, wie früher bemerkt, das anfällige Stadium nicht so eng begrenzt ist, sondern ohne Unterbrechung bis zum Ährenschieben dauert. Deswegen bezeichnen Rostrup und Thomsen[4]) als wirksamstes Mittel gegen Halmfliegenbefall, die Gerste im Frühjahr so zeitig wie möglich in gut bearbeitetem und gedüngtem Boden auszusäen, was Appel[5]) auch für die Aussaat der Winterung im Herbst für ratsam hält, da durch starke Entwicklung frühes Schossen im Frühjahr erreicht wird.

Ein weiteres anschauliches Beispiel für die Möglichkeit, dem Schädlingsbefall durch Verschiebung des Stadiums normaler Prädisposition vorzubeugen, hat Nicolaisen[6]) bekanntgegeben. Nach seinen Beobachtungen ist es wahrscheinlich, daß der Erbsenwickler seine Eier hauptsächlich an der Blüte der Erbsen ablegt. Je früher deshalb die Aussaat der Erbsen erfolgt, desto niedriger ist bei den frühen und mittelspäten Sorten der Befall. Bei sehr späten Sorten findet dagegen durch spätere Saat Drückung des Befalls statt, da dadurch ein größerer Teil der Blüte dieser Sorten in eine Zeit verlagert wird, in der nur noch wenig Wickler fliegen. Nach den Angaben von Prjanischnikow[7]) werden über 3 cm große Leinpflanzen nicht mehr von *Aphtona euphorbiae* befallen. Deshalb ist frühe Saat angezeigt. Andererseits kann aber auch späte Einsaat helfen, die nach dem Verschwinden des Erdflohs aufläuft. Am meisten geschädigt wird der Lein bei mittlerer Saatzeit.

In anderen Fällen ist das Stadium der normalen Prädisposition nicht so scharf abgegrenzt, sondern geht allmählich in ein solches über, in dem die Pflanze durch Parasitenbefall nicht mehr gefährdet ist.

So wird zeitige Lupinenaussaat empfohlen, da ältere und kräftigere Pflanzen von *Chortophila trichodactyla* nicht mehr befallen werden[4]).

---

[1]) Crüger, O. und Körting, A., Beitrag zur Frage der Fritfliegenbekämpfung an Winterroggen. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **40**, 1930, 416—430.

[2]) Blunck, H., Die Fritfliege an Hafer und Gerste. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **49**, 1934, 215.

[3]) Blunck, H., Fritfliegenbefall in den Ähren der Wintergerste. Neue Mitt. f. d. Landw. **4**, 1949, 130—132.

[4]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 304, 301, 293, 290.

[5]) Appel, O., Gelbe Halmfliege. Deutsche Landw. Presse **59**, 1932, 155.

[6]) Nicolaisen, W., Der Erbsenwickler, *Grapholita (Cydia, Laspeyresia) spec.*, sein Schaden und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Erbsensorten. Kühn-Archiv **19**, 1928, 253.

[7]) Prjanischnikow, D. N., Spezieller Pflanzenbau. Berlin 1930, S. 454, 169, 511.

Das leitet schließlich zu denjenigen Fällen über, in denen die Pflanze kein besonderes Stadium normaler Prädisposition durchläuft, sondern frühe Saat im Frühjahr nur insofern von Vorteil ist, als dadurch die Pflanze ihre Entwicklung vor dem stärkeren Auftreten einer Krankheit abschließt oder infolge der Förderung ihrer gesamten Entwicklung weniger Schaden leidet.

Für den ersten Fall sei die Sclerotienkrankheit des Tabaks als Beispiel angeführt. Sie tritt erfahrungsgemäß im Spätsommer und Herbst stärker auf als im Frühjahr und in der ersten Hälfte des Sommers. Deshalb empfiehlt Böning[1]) eine möglichst frühe Pflanzzeit; freilich schränkt er den Wert dieser Maßnahme durch den Hinweis ein, daß in Jahren mit besonders ungünstiger Witterung die Verhältnisse auch einmal umgekehrt liegen können und eine späte Ernte weniger gefährdet ist als eine frühe.

Der zweite Fall läßt sich durch mehrere Beispiele belegen. Im Rübenbau empfiehlt Roemer[2]) so früh zu säen, wie es Witterung, Bodenzustand und Gespannleistungen erlauben, d. h. mindestens sofort nach Beendigung der Getreidesaat. Darin liegt auch der beste Schutz gegen die verschiedensten Schädlinge der Rübe. Bremer und Kaufmann[3]) geben zu, daß der Blattmadenbefall bei früh gedrillten Rüben zwar nicht vermieden wird; sie sind aber zur Zeit des Fraßes schon widerstandsfähiger und „wachsen den Schädlingen schneller aus den Zähnen". Weiter sind die Rüben nach zeitiger Aussaat beim Auftreten der Larven der Rübenaaskäfer so weit gekräftigt, daß sie den Fraß besser überstehen können[4]). Auch gegen *Chortophila brassicae*[5]) sowie Erdflöhe[6]) wird frühe Aussaat als wirksamer Schutz empfohlen. Ebenso leiden Samenrüben und Pferdebohnen durch *Aphis fabae* um so weniger, je früher sie ausgesät werden[5]). Rechtzeitige Saat von Hanf hält Prjanischnikow[5]) für angezeigt, weil ersterer dadurch so weit fest und grob wird, daß Teilbeschädigungen durch *Psylliodes attennatus* nicht mehr vernichtend sein können. Rostrup und Thomsen[6]) empfehlen ganz zeitige Bestellung der Möhren, um die Schäden durch *Psila rosae* zu mildern. Andererseits kann man aber auch durch ganz späte Aussaat früher Karotten dem Befall vorbeugen, da dann die erste Generation der Möhrenfliege ihre Eier vor dem Auflaufen der jungen Pflanzen ablegt.

Hier ist auch die Wahl der Pflanzzeit im Kampf gegen die Kartoffelvirosen einzugliedern. Körner[7]) hat gezeigt, daß zunehmende Hinauszögerung der Pflanzzeit das Auftreten von Virosen im Nachbau steigert. Störmer und v. Bernuth[8]) fordern deshalb möglichst frühzeitige Bestellung, da die Pfirsichblattlaus Kartoffelkraut im Abreifezustand gern meidet.

Das führt zu einem weiteren Gesichtspunkt, der für die Wahl der Saatzeit maßgebend sein kann. In bestimmten Fällen — einzelne wurden schon erwähnt — gelingt es, die Pflanze dadurch dem Parasitenbefall mehr oder minder

---

[1]) Böning, K., Zur Biologie und Bekämpfung der Sclerotienkrankheit des Tabaks *(Sclerotinia sclerotiorum Lib. Massee)*. Phytopath. Ztschr. **6**, 1933, 156.

[2]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaues. Berlin 1927, S. 168.

[3]) Bremer, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami Pz.* Berlin 1931, S. 91.

[4]) Blunck, H. und Hähne, H., Rübenaaskäfer und ihre Bekämpfung. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. Flugblatt 92, 1930.

[5]) Prjanischnikow, D. N., Spezieller Pflanzenbau. Berlin 1930, S. 454, 169, 511.

[6]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 304, 301, 293.

[7]) Körner, V., Pflanzzeit und Krankheiten bei der Kartoffel. Neue Mitt. f. d. Landwirtschaft **2**, 1947, 337.

[8]) Störmer, K. u. v. Bernuth, J., Neue Gesichtspunkte zum Thema Pflanzkartoffelgesundheit. Neue Mitt. f. d. Landwirtschaft **3**, 1948, 249.

gänzlich zu entziehen, daß man sie nach der für sie gefährlichen Flugzeit des Parasiten zur Aussaat bringt. Wir haben hier gewissermaßen ein Gegenstück zu der oben erörterten Abhängigkeit der Schädigung durch Bodenparasiten von der Bodentemperatur.

Als wichtigste Maßnahme gegen den Befall durch sämtliche Arten von Getreidefliegen bezeichnet Hiltner[1]) möglichst späte Saat des Wintergetreides im Herbst. In dieser Form dürfte die Regel freilich nicht ganz zweckmäßig gegeben sein. Denn Rostrup und Thomsen[2]) empfehlen z. B. gegen den Befall durch *Hylemyia coarctata* möglichst zeitige Aussaat. Für *Chlorops taeniopus* gilt, wie erwähnt, das gleiche. Mit Recht fordert Schnauer[3]), daß die zur Verhütung des Chloropsschadens günstigsten Saattermine der einzelnen Gegenden versuchsmäßig ermittelt werden, wie das Crüger und Körting[4]) für die Vermeidung des Fritfliegenbefalls bereits begonnen haben. Die Saatzeit muß eben nur so weit herausgeschoben werden, bis die Hauptflugzeit des Schädlings vorüber ist. Zu welchen großen Erfolgen man auf diese Weise kommen kann, zeigt die Weizenernte des Jahres 1921 im Staate Ohio, die sich dadurch verdoppeln ließ, daß die Aussaat einerseits nach der Hauptflugzeit von *Cecidomyia destructor* vorgenommen wurde, andererseits so früh erfolgte, daß der Gefahr des Erfrierens vorgebeugt wurde[5]). Nicht günstig beurteilt wird im allgemeinen der Versuch, dem Befall der Rüben durch Rübenfliege und Rübenblattwanze durch späte Aussaat vorzubeugen. Bremer und Kaufmann[6]) weisen darauf hin, daß die Annahme einer kurzen, schlagartig verlaufenden Frühjahrsflugzeit von *Pegomyia hyoscyami* wohl in vielen Fällen berechtigt ist, aber nicht immer, und daß eine ausreichende Hinauszögerung der Aussaat zu einer bedenklichen Verkürzung der Vegetationszeit führen würde. Anders liegen die Dinge bei der Rübenblattwanze. Ext[7]) hat beobachtet, daß spät gedrillte Felder durchweg besser standen als früh gedrillte. Wille[8]) betont aber, daß dieser geringe Befall spät gedrillter Saat nur darauf zurückzuführen ist, daß die zuerst aufgelaufenen Saaten die Rübenwanzen an sich gelockt haben und diese, da sie im Frühling recht seßhaft sind, nicht mehr weiter wandern. Sobald in einer Gegend einheitlich spät gesät werden würde, würden alle Saaten gleichmäßig befallen werden. Die Verhältnisse liegen also ebenso wie bei *Pyrausta nubilalis*. Für diesen Schädling hat Zwölfer[9]) festgestellt, daß die herabsetzende Wirkung später Saatzeit auf die Befallshöhe eines Maisfeldes erlischt, wenn sich im Umkreis von rund 800 m kein frühzeitig gesäter Mais befindet.

Wenn so im allgemeinen frühe Saat in dem von Wollny umschriebenen Sinne zur Vorbeugung gegen Erkrankung angezeigt ist, so darf doch nicht un-

---

[1]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 237.

[2]) Rostrup, S. und Thomsen, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931, S. 314.

[3]) Schnauer, W., Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen. Ztschr. f. angew. Entomol. **15**, 1929, 569.

[4]) Crüger, O. und Körting, A., Beitrag zur Frage der Fritfliegenbekämpfung an Winterroggen. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **40**, 1930.

[5]) Morstatt, H., Einführung in die Pflanzenpathologie. Berlin 1923, S. 147.

[6]) Bremer, H. und Kaufmann, O., Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami Pz.* Berlin 1931, S. 90.

[7]) Ext, W., Zur Biologie und Bekämpfung der Rübenblattwanze *Zosmenus capitatus Wolff.* Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **12**, 1925, 19.

[8]) Wille, J., Die Rübenblattwanze, *Piesma quadrata Fieb.* Berlin 1929, S. 103.

[9]) Zwölfer, W., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers *(Pyrausta nubilalis Hb.)* in Süddeutschland. II. Teil. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **17**, 1930, 486.

erwähnt bleiben, daß eine zu frühe Saat ebenfalls schädlich werden kann. Liegt die Bodentemperatur noch dauernd oder zeitweise unter dem Keimungsminimum der Kulturpflanze, so wird die Keimung ganz unterbleiben oder zögernd vor sich gehen. Dadurch werden naturgemäß die durch geringe Auflaufgeschwindigkeit bedingten Gefahren erhöht.

Als Beispiel seien nur die Versuche von Lind und Ravn[1]) mit *Helminthosporium gramineum* angeführt, bei denen die Krankheit um so stärker auftrat, je frühzeitiger bestellt war. Bekannt ist auch, daß die Zahl der Schosser bei Rüben und Kohlrabi durch frühe Aussaat zunimmt. Roemer[2]) fand z. B. bei einem dreijährigen Rübenversuch mit vier Sorten folgende Zahlen (in %):

Aussaatzeit	Sorte			
	I	II	III	IV
19. 4. bzw. 7. 4. bzw. 1. 4.	1,67	2,60	5,37	11,4
29. 4. „ 18. 4. „ 12. 4.	0,86	1,60	2,70	5,13
8. 5. „ 30. 4. „ 26. 4.	0,80	0,83	2,20	2,77

Bei Rüben wiegen freilich die mannigfachen Nachteile später Saat die Abnahme der Schosser nicht auf, während Hiltner[3]) für Kohlrabi den Anbau in zeitlichen Abständen empfiehlt.

5. Saattiefe

Die Saattiefe vermag in mancher Hinsicht einen ähnlichen Einfluß auf die Entwicklung der Pflanzen und ihren Schutz gegen Erkrankung auszuüben wie die Saatzeit. Schon Wollny[4]) hat auf diese gleichsinnige Wirkung hingewiesen:

„Die Pflanzen aus größerer Tieflage des Saatgutes verhalten sich den Pflanzen, welche zu einem späteren Termin angebaut werden, bezüglich Pilzkrankheiten und Schädigungen durch Tiere vollkommen analog."

Die zweckmäßigste Saattiefe ist nun allerdings von den verschiedensten Faktoren abhängig. Allgemein läßt sich mit Wollny nur sagen, daß die Grenzen, innerhalb welcher sie für die einzelnen Pflanzenarten und -varietäten nach Bodenbeschaffenheit, Witterung und Klima unter konkreten Verhältnissen zu bemessen ist, in verhältnismäßig geringen Bodentiefen liegen, und hier wieder ist sie am richtigsten, „wenn der Einfluß der Wärme, der Feuchtigkeit und des Sauerstoffs der Luft zu der Größe der Samen, ihrem besonderen Wasserbedürfnis und der Bodenbeschaffenheit im richtigen Verhältnis steht"[5]).

Unter den Klimafaktoren verdient namentlich die Frostgefahr Beachtung. Auch heute noch gültige Richtlinien, wie ihr durch zweckmäßige Saattiefe zu begegnen ist, sind bereits von Wollny gegeben worden. Bei flacher Unterbringung der Samen sind die jungen Pflanzen der Gefahr des Auswinterns weniger

[1]) Nach Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Berlin 1923, S. 56.
[2]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaues. Berlin 1927, S. 167.
[3]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 65.
[4]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 582.
[5]) Rümker, K. v., Saat und Pflege. 5. Aufl. Berlin 1921, S. 37.

ausgesetzt als bei tiefer, weil die bessere Bewurzelung und Bestockung sie einmal zu wirksameren Widerstand gegen das Auffrieren befähigt und zum anderen die Regenerationsfähigkeit und den Schutz der jüngeren durch die älteren Pflanzenteile erhöht.

Einen ausschlaggebenden Einfluß übt die Saattiefe vor allem auf die Schnelligkeit des Auflaufs der Saat aus. Flachere Saat liefert im allgemeinen schneller und kräftiger wachsende Pflanzen und kürzt somit die Dauer des besonders gefährdeten Jugendstadiums ab.

Appel[1]) empfiehlt deshalb auf schweren Böden und Böden, die leicht verkrusten, möglichst flach zu säen, um dem Befall des Getreides durch Fusarium entgegenzuarbeiten. Auch Pichler[2]) warnt zu diesem Zweck vor einem Unterbringen tiefer als 3 cm. Das steht auch im Einklang mit den Beobachtungen von Baltzer[3]), daß mit zunehmender Aussaattiefe der Befall des Roggens durch *Fus. culmorum* steigt. Weiter läßt sich das Auftreten der Brandkrankheiten in gewissen Grenzen durch die Wahl der Saattiefe beeinflussen, wenngleich andere Maßnahmen einen unvergleichlich wirksameren Schutz gegen sie bieten. Im allgemeinen wird der Brandbefall durch flachere Saat herabgesetzt werden. Caspar[4]) hat mit zunehmender Saattiefe steigenden Befall des Weizens durch *Tilletia tritici* beobachtet. Bei tiefen Lufttemperaturen kann allerdings auch flache Saat stärkeren Befall zeigen. *Ustilago tritici* trat bei den Untersuchungen von Tiemann[5]) bei mittlerer Saattiefe weniger stark auf als bei ganz flacher oder tiefer. Der Befall des Hafers durch *Ustilago avenae* nahm nach den Angaben von Moldenhauer[6]) mit zunehmender Saattiefe zu. Zu dem umgekehrten Ergebnis ist Seiffert[7]) für *Ustilago hordei* gekommen; mit zunehmender Saattiefe nahm die Höhe des Brandbefalls ständig ab. Im Widerspruch dazu haben Taylor und Zehner[8]) auch für die Getreidebrandarten zunehmenden Befall bei zunehmender Saattiefe gefunden.

Auf Feldern, die von Drahtwürmern heimgesucht werden, hält Hiltner[9]) eine mehr oberflächliche Unterbringung der Saat deswegen für ratsam, weil dann die Schädlinge nicht so leicht den ganzen Keim vernichten, sondern mehr die Wurzeln angreifen, die sich wieder erneuern können. Übereinstimmend damit warnt Subklew[10]) vor tiefem Eindrillen der Saat, weil es das Auflaufen verzögert und das lange, unterirdische Stengelglied dem Drahtwurm außerdem einen besonders geeigneten Angriffspunkt bietet.

---

[1]) Appel, G. O., Fusarium als Erreger von Keimlingskrankheiten. Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **13**, 1925, 297.

[2]) Pichler, F., Der Schneeschimmel. Fortschr. d. Landw. **8**, 1933, 152.

[3]) Baltzer, U., Untersuchungen über die Anfälligkeit des Roggens für Fusariosen. Phytopath. Ztschr. **2**, 1930, 402, 434.

[4]) Caspar, R., Über den Einfluß äußerer Faktoren auf den Steinbrandbefall des Weizens. Kühn-Archiv **12**, 1926, 234.

[5]) Tiemann, A., Untersuchungen über die Empfänglichkeit des Sommerweizens für *Ustilago tritici* und den Einfluß der äußeren Bedingungen dieser Krankheit. Kühn-Archiv **9**, 1925, 447.

[6]) Moldenhauer, J., Untersuchungen über die Empfänglichkeit der Wild- und Kulturhaferformen für *Ustilago avenae* mit besonderer Berücksichtigung des Infektionsvorganges. Kühn-Archiv **15**, 1927, 376.

[7]) Seiffert, J., Empfänglichkeit verschiedener Gerstensorten für *Ustilago hordei nuda* und der Einfluß äußerer Bedingungen auf Höhe des Brandprozent. Kühn-Archiv **12**, 1926, 457.

[8]) Taylor, J. W. und Zehner, M. G., Effect of depth of seeding on the occurence of covered and loose smuts in winter barley. Jorurn. Am. Soc. Agron. **32**, 1931, 141.

[9]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 21.

[10]) Subklew, W., Der augenblickliche Stand der Drahtwurmbekämpfung. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **48**, 1933, 522.

Zweckmäßige Saattiefe, die Roemer[1]) auf leichteren Böden und Böden, die nicht zur Verkrustung neigen, mit 4 cm, auf schweren Böden und Böden, die leicht verkrusten, mit 2—3 cm angibt, ist auch wesentlich, um die Zuckerrüben über ihren „schwächsten Punkt", das durch den Wurzelbrand gefährdete Jugendstadium, schnell hinwegzubringen. Kartoffeln werden auf diese Weise am besten dem Angriff von *Rhizoctonia solani* entgehen[2]). Ebenso empfiehlt Briton-Jones nicht zu tiefe Aussaat der Baumwolle, da sie andernfalls dem „Soreshin-Pilz" leicht erliegen kann[2]).

Der Einfluß der Saattiefe braucht sich nun aber keineswegs nur auf die allerjüngsten Entwicklungsstadien der Pflanze zu beschränken, sondern kann sich auch auf spätere erstrecken, so daß er auch in diesen sich in einer Herabsetzung oder Erhöhung des Befalls durch Parasiten auswirken kann.

Wollny[3]) hat über das Auftreten von *Claviceps purpurea* in Abhängigkeit von verschiedenen Saattiefen einen Versuch mit Winterroggen angestellt, der für je 100 Pflanzen folgendes Ergebnis brachte:

Saattiefe	2,5	5,0	7,5	10,0
Roggenkörner (g)	1391	1359	1054	954
Mutterkörner Zahl	200	214	575	947
Gewicht (g) . .	5,3	8,9	23,6	33,3

Gäumann[4]) erklärt diese Wirkung zunehmender Saattiefe aus ihrem Einfluß auf die Verlängerung der Blühdauer eines ganzen Feldes, indem größere Saattiefe weniger dichte, dafür stärker sich bestockende Bestände zur Folge hat, die ungleichmäßig schossen und deshalb länger blühen.

Geringere Saattiefe hat nach Wollny[3]) auch zur Folge, daß der Raps weniger von *Meligethes aeneus* heimgesucht wird, während umgekehrt Ackerbohnen nicht selten durch Blattläuse weniger geschädigt werden sollen, wenn das Saatgut tiefer untergebracht wird, weil hierdurch der Eintritt der Blüte verzögert wird und so in eine Zeit fällt, in der die Läuse „nicht mehr vorhanden" sein sollen.

Eine wesentlich wichtigere Rolle noch für gesunde Entwicklung spielt die Wahl der richtigen Pflanzentiefe im Obstbau. Gaucher[5]) bezeichnet das Auspflanzen geradezu als eine der allerwichtigsten Verrichtungen in der Obstbaumzucht, von welcher stets die Zukunft des Baumes abhänge. Ein zu tief gepflanzter Baum zeigt mäßiges Fortkommen; die verschiedensten Krankheiten wie Spitzendürre, Krebs, Gummifluß und dergleichen finden günstige Bedingungen.

Schließlich kann zu tiefe Pflanzung auch direkt die Möglichkeit der Infektion erhöhen, wenn diese vom Boden ausgeht.

Small[6]) empfiehlt flache Pflanzung der Erdbeeren, da sonst die Blattstiele mit dem Erdboden in Berührung gelangen und dadurch *Didymella lycopersici* Gelegenheit zur Infektion findet.

---

[1]) Roemer, Th., Handbuch des Zuckerrübenbaues. Berlin 1927, S. 166.
[2]) Braun, H., Der Wurzeltöter der Kartoffel *Rhizoctonia solani K.* Berlin 1930, S. 110, 111.
[3]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885, S. 583, 396.
[4]) Gäumann, E., Pflanzliche Infektionslehre. Basel 1946, S. 308.
[5]) Gaucher, N., Handbuch der Obstkultur. 3. Aufl. Berlin 1902, S. 222.
[6]) Small, T., A disease of the strawberry plant. Journ. of Pomol. and Hort. science **7**, 1928, 212—215.

6. Standweite

Der Einfluß der Standweite macht sich nach den verschiedensten Richtungen geltend, die für die gesunde Entwicklung der Pflanze von unterschiedlicher Bedeutung sind. Zunächst einmal hat er eine Vergrößerung oder Verringerung des Bodenvolumens zur Folge, das der einzelnen Pflanze zur Verfügung steht. Damit geht eine Änderung in der verfügbaren Nährstoffmenge einher, die jedoch, wie Wollny[1]) nachgewiesen hat, nicht die geringe Ertragsfähigkeit zu dicht bestandener Felder bedingen kann und deshalb auch die Widerstandsfähigkeit der Pflanze kaum nennenswert beeinträchtigen wird. In diesem Sinne spricht sich auch Caspar[2]) bei Erörterung der Ursachen aus, die für das stärkere Auftreten des Steinbrandes in dichten Beständen maßgebend sein können. Nur im Obstbau ist mit einer solchen nachteiligen Wirkung zu geringer Pflanzweite zu rechnen. Hier warnt Hiltner[3]) davor, die Bäume zu eng zu setzen, da sie sich sonst späterhin mit dem Größerwerden gegenseitig die Nahrung wegnähmen und den Zutritt des Sonnenlichtes erschwerten und so zum Überhandnehmen mancher Krankheiten Veranlassung gäben. Anders dagegen steht es mit dem Wasservorrat des Bodens, der um so mehr erschöpft wird, je enger die Pflanzen stehen, ohne daß diese Erschöpfung allerdings direkt der Bestandesdichte proportional geht. Da Trockenheit die Vegetationszeit abkürzt, wird zu dichter Stand unter ungünstigen Verhältnissen vorzeitiges Reifen verursachen oder in schweren Fällen zum Absterben der Pflanzen durch Vertrocknen oder Ausbrennen führen. Man wird deshalb unter solchen Bedingungen durch zweckmäßige Regelung der Saatmengen derartigen Schädigungen vorbeugen können.

Die Bodenfeuchtigkeit leitet über zu der zweiten Gruppe von Faktoren, die weitgehend durch die Bestandesdichte beeinflußt werden, zu den mikroklimatischen Faktoren. Auf ihre Bedeutung für das Auftreten von Pflanzenkrankheiten wurde früher schon bei Besprechung der Düngung hingewiesen. Ihre Änderungen als Folge der unterschiedlichen Bestandesdichte sind bereits von Wollny[1]) treffend gekennzeichnet:

„Im Anfange der Entwicklung kann sich ein Unterschied in dem Wachstum verschieden dicht angebauter Pflanzen nach keiner Richtung hin bemerkbar machen. Licht, Wärme und Wasser sind unter solchen Verhältnissen selbst bei den sehr dicht stehenden Pflanzen noch in vollkommen ausreichender Menge disponibel, und das Wurzelsystem ist noch so schwach, daß von einer gegenseitigen Beschränkung in der Nahrungsaufnahme füglich nicht die Rede sein kann. Aber nicht lange, so treten die Unterschiede hervor. Die gegenseitige Beschattung der eng stehenden Pflanzen bedingt zunächst im Vergleich zu den lichter stehenden ein stärkeres Längenwachstum derselben, ein deutlicher Beweis dafür, daß das Licht in seiner Einwirkung eine Einbuße erlitten hat. Gleichzeitig wird die Bodenfeuchtigkeit alteriert, indem die Pflanzen von dieser um so mehr verbrauchen, je dichter ihr Stand ist. Mit fortschreitender Entwicklung wird der Einfluß der verminderten Wasser-, Licht- und Wärmezufuhr bei übermäßig dichter Saat immer fühlbarer hervortreten und die Produktionsfähigkeit der Pflanzen gegenüber derjenigen der

---

[1]) Wollny, E., Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1885. S. 583, 396.

[2]) Caspar, R., Über den Einfluß äußerer Faktoren auf den Steinbrandbefall des Weizens. Kühn-Archiv **12**, 1926, 234.

[3]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Stuttgart 1926, S. 267.

innerhalb gewisser Grenzen lichter angebauten zurückbleiben." Noch nicht berücksichtigt ist von Wollny die Luftfeuchtigkeit, die aber nach neueren Untersuchungen gerade eine entscheidende Rolle beim Zustandekommen der Erkrankung spielen kann. Auch der Entwicklungsablauf kann in seiner Geschwindigkeit durch die Standweite und damit mittelbar der Befall durch Parasiten beeinflußt werden.

Welcher von diesen Faktoren für die Erkrankung ausschlaggebend ist, läßt sich naturgemäß nicht generell entscheiden, sondern ist von Fall zu Fall verschieden.

Außerdem wird es sich häufig um ein mehr oder minder enges Ineinandergreifen der verschiedenen Faktoren handeln. Mit Schlußfolgerungen muß man deshalb hier außerordentlich vorsichtig sein, wie folgendes Beispiel zeigen mag:

Zavitz[1]) hat Beobachtungen über den Rostbefall des Hafers bei verschiedenen Standweiten angestellt und dabei nachstehende Werte gefunden:

Standweite (cm)	Rostbefall (%)
2,5	11,8
5,0	15,0
7,5	17,8
10,0	20,9
15,0	25,4
20,0	27,7
30,0	33,2

Mit zunehmender Standweite, die auch mit einer kräftigeren Entwicklung der Einzelpflanze verbunden war, stieg demnach der Rostbefall. Ob aber daraus geschlossen werden darf, daß zwischen gesteigerter Wüchsigkeit und vermehrtem Rost ein ursächlicher Zusammenhang besteht, muß bezweifelt werden, da ja mit der größeren Wüchsigkeit die mikroklimatischen Faktoren weitgehend geändert sein können und dadurch der unterschiedliche Befall bedingt sein kann. Allerdings müßte bei zunehmender Standweite dann eher eine Abnahme des Rostbefalls zu erwarten sein.

Ausreichende Lichtmengen, wie sie ein nicht zu dichter Pflanzenbestand gewährleistet, sind bekanntlich erforderlich, um einer übermäßigen Streckung namentlich der unteren Internodien und der dadurch bedingten Lagergefahr vorzubeugen. Umgekehrt begünstigt reichliche Belichtung durch Beeinflussung der Assimilation der Wirtspflanze den Rostbefall[2]). Die große Bedeutung der Luftfeuchtigkeit leuchtet ohne weiteres ein, wenn wir an die Abhängigkeit der Sporenkeimung von ausreichender Feuchtigkeit denken. Daß aber die Ausbildung einer wasserdampfgesättigten Atmosphäre innerhalb dicht stehender Pflanzen eher möglich ist als bei sehr weitem Stand, ist mit Sicherheit anzunehmen, wenn auch experimentelle Belege dafür meines Wissens bisher nicht vorliegen. Diese Tatsache macht es ohne weiteres verständlich, daß zur Verhütung pilzparasitärer Erkrankungen vor einem zu dichten Pflanzenbestand gewarnt wird.

Prjanischnikow[3]) empfiehlt zur Herabsetzung des Rostbefalls sämtliche Maßnahmen, die den Luftzutritt zur Pflanze vergrößern, darunter auch die Drillsaat.

---

[1]) Nach Raines, M. A., Vegetative vigor of the host as a factor influencing susceptibility and resistance to certain rust diseases of the higher plants. Am. Journ. Bot. **9**, 1922, 186.

[2]) Gassner, G., Die Frage der Rostanfälligkeit als ernährungsphysiologisches Problem. Angew. Botanik **9**, 1927, 532.

[3]) Prjanischnikow, D. N., Spezieller Pflanzenbau. Berlin 1930, S. 339.

Gassner[1]) hat allerdings keinen Einfluß der Standweite beobachten können, glaubt aber trotzdem an die Möglichkeit eines solchen. Vermeidung zu dichter Saat soll dem Auftreten von *Erysiphe graminis* sowie von *Gloeosporium Lindemuthianum* und *Ascochyta pisi* vorbeugen[2]). Prochaska[3]) fordert große Standweite, um die Erkrankung von Mohn durch *Peronospora arborescens* zu verhindern. Bei Neuanlagen von Reben hält Müller[4]) einen Reihenabstand von mindestens 1—1,2 m für angezeigt, damit mehr Luft zwischen den Stöcken hindurchstreichen kann, welche die Blätter rasch abtrocknet. In dem zu dichten Stand der Reben sieht Müller die häufigste Ursache für das Versagen der Peronosporabekämpfung. Die Beispiele ließen sich hier natürlich leicht vermehren, ohne daß freilich meistens der exakte Nachweis für die Berechtigung dieser Maßnahme erbracht ist. Diesen vermißt Janisch[5]) auch für die Behauptung, daß genügende Durchlüftung, wie sie allerdings weniger durch Vergrößerung der Standweite als durch Drillen der Pferdebohnen in der Richtung von Norden nach Süden erreicht werden soll, die Lebensbedingungen für die mehr feuchte und warme Luft liebenden Blattläuse verschlechtere. Andererseits empfiehlt aber auch Speyer[6]), in Gebieten, in denen der Obstbau durch das Auftreten von *Psylla mali* gefährdet ist, eine recht lichte Pflanzweite zu wählen, da sehr dichte Anlagen mit feuchtwarmer, verhältnismäßig wenig bewegter Luft dem Apfelsauger besonders zusagen.

Meistens wird jedoch zur Verhütung von Schäden durch tierische Parasiten engere Standweite empfohlen. Der leitende Gesichtspunkt ist in diesem Fall aber nicht die Beeinflussung der mikroklimatischen Faktoren, vielmehr soll in erster Linie der Schaden gemildert werden durch Erhöhung der Pflanzenzahl, so daß bei der Annahme einer gleichen Anzahl von Schädlingen die einzelne Pflanze unter einem geringeren Befall zu leiden haben wird bzw. für eine steigende Anzahl von Pflanzen die Aussicht besteht, dem Befall zu entgehen.

So halten Crüger und Körting[7]) es für unbedingt notwendig, auf Feldern, die von der Blumenfliege bedroht sind, stärker zu säen als normal. Kleine[8]) hat gefunden, daß die gegenüber *Oscinis frit* anfälligen Hafersorten bei Dünnsaat ganz erheblich stärker geschädigt wurden als bei Dichtsaat. Bei ersterer kam es teilweise zum vollständigen Verlust des gesamten Pflanzenbestandes. Genügend dichte Aussaat der Rüben empfiehlt Prjanischnikow[9]), um zur Zeit des Auftretens der Erdflöhe genügend kräftige und gleichmäßige Pflanzen zu besitzen. Hier ist auch das Vereinzeln der Zuckerrüben in Beziehung zum Auftreten von *Pegomyia*

---

[1]) Gassner, G., Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanze und von äußeren Faktoren. Zentralbl. f. Bakt., Parasitenk. u. Infektionskrankh. II. **44**, 1916, 613.

[2]) Hiltner, L., Pflanzenschutz. 2. Aufl. Berlin 1926, S. 175, 194.

[3]) Prochaska, M., Beobachtungen über das Auftreten von *Peronospora arborescens* (Falscher Mehltau) auf *Papaver somniferum*. Fortschr. d. Landw. **3**, 1930, 613.

[4]) Müller, K., Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung. 2. Aufl. Karlsruhe 1922, S. 25.

[5]) Janisch, R., Lebensweise und Systematik der „schwarzen Blattläuse". Arb. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **14**, 1926, 334.

[6]) Speyer, W., Der Apfelblattsauger, *Psylla mali Schmidberger*. Berlin 1929, S. 101.

[7]) Crüger, O., und Körting, A., Über die Eiablage der Getreideblumenfliege und die unmittelbare Voraussage ihres Schadauftretens. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **41**, 1931, 55.

[8]) Kleine, Neuere Beobachtungen über *Oscinis frit* und *Thrips* an Hafer Pflanzenbau **4**, 1927, 81—85.

[9]) Prjanischnikow, D. N., Spezieller Pflanzenbau. Berlin 1930, S. 169.

hyocsyami zu erwähnen. Bremer und Kaufmann[1]) raten bei drohendem Rübenfliegenbefall Bestände von mangelnder Wuchsfreudigkeit erst nach der Haupteiablage zu vereinzeln. Denn wenn diese nach dem Vereinzeln einem schweren Befall ausgesetzt sind, so wird die Möglichkeit einer konzentrierten Eiablage oder Masseneinwanderung die Gefahr der Lückenbildung ganz erheblich erhöhen. Auch gegen Aaskäferschäden wird Aufschieben der Verzieharbeiten als bestes Mittel empfohlen[2]).

Ein dichter Bestand kann aber noch auf andere Weise dazu beitragen, den Schaden durch tierische Parasiten zu mildern. Fleischmann[3]) hat beobachtet, daß in dichten Beständen das Ährenschieben früher und schneller vor sich geht als in lockeren, während Sappok[4]) darauf hinweist, daß Dünnsaat den Weizen zu starker Bestockung zwingt; dabei bleiben die Seitentriebe dem Haupttrieb gegenüber um 8—14 Tage in der Entwicklung zurück und fallen mit Sicherheit *Chlorops taeniopus* zum Opfer. In der Verlängerung der Bestockungsperiode durch Dünnsaat sehen Blunck und Ludewig[5]) auch eine Begünstigung des Befalls durch *Oscinis frit.* Aufhammer[6]) führt dagegen die Verringerung des Fritfliegenschadens in dichten Beständen auf die rasche Ausbildung an Blattmasse zurück. Daß enger Stand auch den Schäden durch pflanzliche Parasiten vorbeugen kann, zeigen Untersuchungen von Gassner[7]) über den Befall des Mohns durch *Helminthosporium papaveris Hennig.* Ein ausreichend enger Pflanzenbestand fördert schnelle und gleichmäßige Entwicklung des Mohns, die wiederum wichtigste Vorbedingung für Verhütung des Auftretens dieses Pilzes ist. Ganz ähnlich wird auch der geringere Mutterkornbefall des Roggens bei enger Standweite erklärt, indem größere Standweite die Blühdauer verlängert[8]).

Auf eine letzte mögliche Folge der Bestandesdichte für das Auftreten von Krankheiten hat Caspar[9]) hingewiesen. Er beobachtete, daß Weizen bei zunehmender Aussaatmenge in steigendem Maße von *Tilletia tritici* befallen wurde.

Diese Erscheinung läßt sich mit Caspar vielleicht so erklären, daß zunächst mit der größeren Anzahl Körner auch eine größere Menge von Sporen in das Saatbeet gelangt. Je enger nun der Standraum ist, um so geringer ist die Bestockung der Einzelpflanze. Da auf der gleichen Fläche die größere Kornzahl nicht entsprechend

---

[1]) Bremer, H., und Kaufmann, O., Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami Pz.* Berlin 1931, S. 91.

[2]) Blunck, H., und Janisch, R., Bericht über Versuche zur Bekämpfung der Rübenaaskäfer im Jahre 1923. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. **13**, 1925, 470.

[3]) Fleischmann, R., Wirkungen des Halmfliegenbefalls bei verschiedenen Sommerweizensorten. Forsch. d. Landw. **6**, 1931, 193—195.

[4]) Sappok, H., Wie bekämpft man die Weizenmade? Mitt. Deutsche Landw. Ges. **41**, 1926, 648.

[5]) Blunck, H., und Ludewig, K., Die Fritfliege. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. Flugblatt 9, 1930.

[6]) Aufhammer, G., Fritfliegenbefall an Gerstensorten. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzensch. **9**, 1931, 8.

[7]) Gassner, G., Der Einfluß der Standweite auf den Befall des Mohns durch *Helminthosporium papaveris Hennig.* Nachrichtenblatt Biolog. Zentralanst. Braunschweig 1949, **1**, 119—123.

[8]) Gäumann, E., Pflanzliche Infektionslehre. Basel 1946, S. 308.

[9]) Caspar, R., Über den Einfluß äußerer Faktoren auf den Steinbrandbefall des Weizens. Kühn-Archiv **12**, 1926, 234.

mehr Halme und Ähren erzeugt, entfallen auf jeden Halm mehr Brandsporen, die ihn infizieren können.

Auch diese Beobachtung spricht also für die schon aus anderem Grunde geforderte nicht zu dichte Saat zur Einschränkung pilzparasitärer Krankheiten.

Ebenso wie der Standortsverbesserung auch nach der Bestellung noch wichtige Aufgaben erwachsen, brauchen die hygienischen Kulturmaßnahmen, soweit sie die Pflanze unmittelbar zum Gegenstand haben, mit der Bestellung nicht immer abgeschlossen zu sein. Bei feldmäßigem Anbau ist eine weitere hygienische Behandlung allerdings fast stets ausgeschlossen. Höchstens bietet in manchen Fällen noch die Wahl der Erntezeit die Möglichkeit, einer Erkrankung vorzubeugen oder ihr Ausmaß zu mildern.

Hierhin könnte man vielleicht die Empfehlung Tomaszewskis[1]) rechnen, Gallmückenkalamitäten durch eine Mahd zur Zeit der Larvenentwicklung in den Blüten auf ein wirtschaftlich erträgliches Maß herabzudrücken.

Vor allem ist hier aber die neuerdings im Kampf gegen die Kartoffelvirosen empfohlene Frührodung zu nennen, durch die das Abwandern des Virus in die jungen Knollen verhindert werden soll[2]). In Holland wird die Pflanzkartoffelanerkennung davon abhängig gemacht, daß der Bestand bis zu einem bestimmten Zeitpunkt geerntet ist. Entscheidend ist freilich nicht die Ernte, sondern die Trennung der Knollen von der Staude, die deshalb auch durch Totspritzen, Abmähen oder am besten Ausziehen des Krautes erreicht werden kann.

Wesentlich günstiger liegen die Verhältnisse, wenn es sich um wertvolle Kulturen handelt, welche eine Pflege der Einzelpflanze erlauben, wie es im Wein- und Hopfenbau, im Obst- und Gartenbau der Fall ist. Auslichten, Ringel- und Schröpfschnitte des Stammes, Beschneiden der Wurzeln seien als Beispiele derartiger Maßnahmen genannt, auf die im einzelnen näher einzugehen hier zu weit führen würde.

---

[1]) Tomaszewski, W., Zur Bekämpfung der Gallmücken, deren Larven in den Blüten von Gräsern schmarotzen. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst **11**, 1931, 89—91.

[2]) Körner, W., Frührodung bei Pflanzkartoffeln. Neue Mitt. f. d. Landwirtschaft 1949, **4**, 29—30.

(Abgeschlossen Dezember 1950.)

B. Entseuchungsmaßnahmen

a) Bodenentseuchung

von Prof. Dr. W. H. Fuchs, Ladenburg

I. Biologische Grundlagen der Bodenentseuchung

1. Ziel der Bodenentseuchung

Als Bodenentseuchung (Bodendesinfektion, Bodenreinigung) werden alle jene Pflanzenschutzmaßnahmen zusammengefaßt, die eine rasche Befreiung des Bodens von pflanzenschädlichen Organismen zum Ziele haben. Es ist unmöglich, zwischen diesen und den im vorigen Kapitel als Verfahren der Pflanzenhygiene beschriebenen eine scharfe Grenze zu ziehen. Man könnte höchstens betonen, daß letztere eine allmähliche Verminderung bzw. Verhütung von Massenvermehrungen durch Abänderung der Wachstumsbedingungen beabsichtigen, erstere dagegen eine rasche Beseitigung schädlicher Massenvermehrungen durch radikale Eingriffe.

Biologisch treffend wird Bodenentseuchung in der angloamerikanischen Literatur unter dem Begriff der „partial sterilisation", der Teilentkeimung gefaßt: hierunter versteht man „jede Bodenbehandlung . . ., bei der die Bodenflora und -fauna vermindert und vereinfacht wird"[1]).

Teilziel solcher Verfahren ist die Ausschaltung von Krankheitserregern aus der Lebensgemeinschaft des Bodens, der Bodenbiozönose; unabhängig davon können sie aber auf alle mikrobiologischen, chemischen und physikalischen Bodeneigenschaften, und zwar gewöhnlich im Sinne einer Steigerung der Bodenfruchtbarkeit, wirken[2]). Das Ausmaß dieser Fruchtbarkeitserhöhung ist allerdings bei den verschiedenen Entseuchungsverfahren sehr verschieden, worauf in diesem Zusammenhang nicht eingegangen werden kann.

Allgemeines Ziel der partiellen Sterilisation, die Waksman als ein Kernproblem der Bodenmikrobiologie anspricht, ist es, einen für die Kultur ungünstigen biologischen Bodenzustand in einen besseren zu wandeln. Durch zu scharfe Eingriffe bedingte Vernichtung des Bodenlebens (totale Sterilisierung) und die Verschlechterung der physikalischen Bodenbedingungen führen von diesem Ziel ab. Es ist nur auf Grund der Tatsache erreichbar, daß ein Großteil der nützlichen Bodenorganismen, vor allem der sporenbildenden Bakterien, gegen Eingriffe widerstandsfähiger ist als die der ungünstig wirkenden, zu denen neben den Protozoen, vielen saprophytischen Pilzen und Älchen, auch die ausgesprochenen Pflanzenschädlinge zählen. Daneben stehen spezielle Bodenentseuchungsziele des Pflanzenschutzes, deren selektive Wirkung auf bestimmte Gruppen oder Arten von Pflanzenschädlingen (Pilzen, Nematoden oder In-

---

[1]) Garrett, S. D., Root dis. fungi. Waltham 1944; ders., Soil as a med. f. transfer. a. multiplic. of dis. org. Soil Sci. **61**, 1946, 3—8; ders., Ecol. of t. root inhab. fungi. Biol. Rev. **25**, 1950, 220—254.

[2]) Waksman, S., Princip. of soil microbiol. Baltimore 1932; Russel, E. J., Boden u. Pflanze. 7. Aufl. Dresden 1936; Vogt, E., Meth. d. Schädlingsbek. III. Bodendesinfektion Zentralbl. Bakt. etc. II. **61**, 1924, 323—356; Garrett s. Anm. 1; Bewley, W. F., Pract. soil steriliz. Bull. Min. Agric. London **22**, 1939.

sekten) gerichtet ist (z. B. Behandlung mit ausgesprochenen Nematoziden): manche Mittel wirken in geringer Gabe selektiv, in höherer Gabe dagegen allgemein.

2. Bodenentseuchung und Bodenmüdigkeit

Auf anscheinend schädlingsfreien Böden zeigt sich oft eine bodenverbessernde bzw. ertragssteigernde Wirkung. Zu ihrer Erklärung sind verschiedene Hypothesen aufgestellt worden[1]):

1. Die Protozoenhypothese geht davon aus, daß in partiell sterilisierten Böden die Zahl der nützlichen Bodenbakterien außerordentlich ansteigt, und führt dies auf die Abtötung der bakterienfressenden Protozoen zurück (Russel und Hutchinson, 1909). Auf Grund zahlreicher Untersuchungen ist erwiesen, daß diese Hypothese nicht zur Erklärung der Tatsachen ausreicht, da weder ein zwingender Zusammenhang zwischen Protozoenabtötung und Keimzahlanstieg noch die Abtötung selbst in allen Versuchen sichergestellt werden konnte.

2. Die Annahme einer direkten Stimulation des Pflanzenwachstums durch chemische Bodenentseuchungsmittel (Koch, 1899) erklärt die gleichsinnige Wirkung des Dämpfens höchstens über die etwas gezwungene Annahme der Bildung von Förderungstoffen. Die Möglichkeit einer solchen Wirkung bei bestimmten Chemikalien muß offengelassen werden, eine allgemeine Erklärung wird aber durch diese Hypothese nicht geboten.

3. Eine Verbesserung der Mineralernährung der Pflanzen durch partielle Sterilisation kann erfolgen

a) durch Löslichkeitsänderung oder Aufschließung anorganischer Bodenbestandteile (Frank, 1888).

Dies ist für die Wirkung des Bodendämpfens und die Behandlung mit einigen Entseuchungsmitteln (die in Säuren umgesetzt werden können, wie Schwefelkohlenstoff) experimentell sichergestellt, reicht aber nicht dazu aus, die oft recht lange Nachwirkung der Bodenentseuchung zu erklären. Neuerdings wurde die Wirkung der partiellen Sterilisation auf die Spurenelemente im Zusammenhang mit der Bekämpfung der Bodenmüdigkeit in Obst- und Weingärten stärker betont[2]); die lösliche Manganmenge im Boden ist nach Schwefelkohlenstoffbehandlung jahrelang erhöht. Als rein chemisches Phänomen ist dies schwer verständlich, und es wäre zu prüfen, ob die Erklärung dieser Befunde nicht auf biologischer Grundlage zu suchen ist. Chlorpikrin und DDT vermehren das austauschbare Eisen.

b) durch direkte düngende Wirkung der Bodenentseuchungsmittel oder ihrer Umsetzungsprodukte, eine Möglichkeit, für die kaum sicheres Beweismaterial vorliegt und die höchstens in einer selektiven Förderung bestimmter Bodenbakterien zum Ausdruck kommen könnte (s. u.).

c) durch Zerstörung von Organismen und Freisetzung der in ihnen gebundenen Pflanzennährstoffe (Störmer, 1907).

Nach partieller Bodenentseuchung ist der verfügbare Stickstoff, vor allem die Ammonmenge, erheblich vermehrt, sie kann u. U. supraoptimale Mengen erreichen

---

[1]) Einzelheiten siehe Spezialschrifttum, vgl. Waksman, s. S. 141[1]); Rippel, A., in Blanck, E., Handb. d. Bodenlehre, Ergbd. **1**, 490—491, 1939; Winter, G., D. Einfl. der part Sterilis. d. Bodens a. d. Entw. d. Laufhyphen v. *Ophiobolus graminis;* Phytopath. Zeitschr. **14**, 1942, 204—320.

[2]) Klaus, H., D. Problem d. Bodenmüdigkeit unt. bes. Ber. d. Obstb. Landw. Jahrb. **89**, 1939, 413—495; Bronsart, H. v., Unters. z. Frage d. Bodenmüdigkeit, Gartenbauforsch. **2**, 1948, 20—34; Dalton, F. H. a. Hurwitz, C., Eff. of vol. disinf. on survival of microfl. in soil. Soil Sci. **45**, 1948, 233—238; Sherman, D. a. Fujimoto, C. K., The eff. of the use of lime, soil fumig. a. mulch on the stability of manganese in Hawaian soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. **11**, 1946, 206—210.

(s. S. 175). Neben rascher, vielleicht autolytischer Freisetzung von NH_3, spielt hierbei eine qualitative und quantitative Veränderung der Bakterienflora des Bodens eine Rolle, so daß enge Beziehungen zwischen dieser Wirkung und der Beeinflussung des biozönotischen Gleichgewichtes bestehen.

4. Die umfassendste und wahrscheinlichste Deutung der ertragsfördernden Wirkung der partiellen Sterilisation des Bodens bietet die Theorie des biologischen Gleichgewichts, ohne daß damit die Wirkung chemischer Umsetzung der unter 1 und 3 genannten Art ausgeschlossen wird (Hiltner und Störmer, 1903).

Die Entwicklung der für die Bodenfruchtbarkeit förderlichen Bodenorganismen, vor allem der Bakterien, wird in wechselndem Maße durch andere Bodenorganismen gestört. Diese ernähren sich entweder von ihnen oder treten mit ihnen in Nahrungswettbewerb oder hemmen sie durch toxische Ausscheidungen, deren Bedeutung unter natürlichen Bodenbedingungen jedoch nicht so hoch eingeschätzt zu werden braucht wie in Reinkulturversuchen[1]).

Durch die partielle Sterilisation werden solche begrenzenden Faktoren ausgeschaltet; dadurch wird eine Massenvermehrung von Bakterien ermöglicht, bis durch Neuinfektion des Bodens ein neues Gleichgewicht sich einstellt, das je nach der Art und Vorgeschichte des behandelten Bodens wechselt. Diese Vorgänge können weiter durch die chemische Zerstörung von Hemmungsstoffen unterstützt werden. Gleichzeitig tritt durch die Bakterientätigkeit Nährstoff-, vor allem Stickstoffaufschluß ein, der zusammen mit dem chemisch freigesetzten Ammoniak giftig wirken kann.

Die Biozönoseänderungen können aber auch in anderer Weise auf die Ernährungsbedingungen der höheren Pflanzen einwirken: so ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß die andauernde Erhöhung des verfügbaren Mangangehaltes auf die durch Verschiebung des biologischen Gleichgewichts geänderte Oxydations-reduktionslage im Boden zurückzuführen ist[2]).

Es muß hier schließlich die Möglichkeit offengelassen werden, daß auch wirkliche Parasiten, die infolge untergeordneter Bedeutung oder begrenzter, wenig auffallender Wirkung übersehen werden, aus der Biozönose ausgeschieden werden. In diesem Sinn wird z. B. die allgemein günstige Wirkung der Bodenentseuchung auf Abtötung von wurzelbewohnenden Nematoden zurückgeführt[3]).

Einseitige Vertretung einer der genannten Hypothesen gibt kein zutreffendes, umfassendes Bild der Wirkungsmöglichkeiten der partiellen Bodensterilisation, nur ihre Zusammenschau unter Betonung der mikrobiellen Veränderungen kann eine brauchbare Vorstellung von der Sterilisationswirkung geben.

3. Bodenentseuchung als Pflanzenschutzmaßnahme

richtet sich gegen Massenanhäufungen von Schädlingen, wie sie vor allem durch dauernde Monokulturen oder unzweckmäßige bzw. zu eng gestellte Fruchtfolgen zustande kommen. Als Bodenschädlinge werden hier im weitesten Sinne alle Organismen bezeichnet, die sich dauernd (stationär) oder zeitweise (temporär, transitorisch) im Boden aufhalten und die unterirdischen Teile der Kulturpflanzen direkt (Parasiten) oder indirekt durch Veränderung der Boden-

[1]) Winter, s. S. 145[1]).

[2]) Vgl. Leeper, G. W., Forms a. react. of mangan. in soils. Soil Sci. **63**, 1947, 79—94 u. a. m.

[3]) Steiner, G., Meadow nemat. as the cause of root destruct. Phytopathol. **35**, 1945, 935—937; Thorne, G., Nemat. as a disturbance factor in greenh., plot a. field exp. Plant Dis. Reporter **32**, 1948, 473—475.

flora, Erzeugung von schädlichen Stoffen bei der Zersetzung organischer Materie (Saprophyten) u. ä. schädigen; ferner solche, die sich zeitweilig im Boden aufhalten und von dort aus oberirdische Pflanzenteile schädigen (Oikositen) oder ihnen die Nahrung schmälern (Unkräuter, Raumparasiten). Bodenschädlinge in diesem Sinne sind in fast allen Klassen der Pflanzen und Tiere vertreten (pflanzliche unter den Bakterien, Actinomyceten, Zygomyceten und Oomyceten, Ascomyceten, Basidiomyceten, Fungi imperfecti und Phanerogamen, tierische unter den Protozoen, Myriapoden, Vermes, Molluscen, Insekten [von denen 95% aller Gattungen wenigstens einen Teil ihres Lebens im Boden verbringen] und Mammalia). Zu den Bodenschädlingen sind ferner jene Viren zu rechnen, die an Pflanzenresten im Boden längere Zeit lebensfähig sind (Tabakmosaikvirus, Getreideviren u. a.)[1]).

Die aktiven Stadien dieser Schädlinge, weniger die Ruhe- und Dauerstadien (Sklerotien, Sporen, Eier, Puppen, Ruhestadien), sind durch mannigfache Beziehungen in die Dynamik der Bodenlebensgemeinschaft eingeschaltet: besonders durch Konkurrenz um Nährstoffe, durch richtunggebende Einschaltungen in den Stoffkreislauf (Spezialisten für bestimmte Pflanzenreste und Bodeninhaltsstoffe) und durch das Wechselspiel der Wirkstoffe (Wirkstoffauto- oder -heterotrophie, Ausscheidung mehr oder minder spezifischer Toxine, Förderung oder Hemmung durch Ausscheidungen anderer Bodenbewohner). Die Tatsache, daß gewisse Bodenschädlinge durch Antagonisten und Hyperparasiten in Schach gehalten werden können, ermöglicht theoretisch, Bodenentseuchung durch künstliche Zufuhr von Antagonisten anzustreben.

Jede Veränderung der äußeren Lebensbedingungen, und vor allem auch jede einseitige Vermehrung der einen oder anderen Organismengruppe, wie sie insbesondere unter der Einwirkung lebender Pflanzenwurzeln eintreten kann (Rhizosphäre usw.[2]), verändert das biozönotische Gleichgewicht und damit auch die Fruchtbarkeit des Bodens im allgemeinen sowie seine Eignung für bestimmte Kulturen. Trotz vieler aufschlußreicher Einzeluntersuchungen bieten diese komplexen Erscheinungen, die für den Pflanzenschutz vor allem im Problem der Bodenmüdigkeit in Erscheinung treten, noch ein weites, offenes Feld der Forschung[3]).

Durch allgemein wirksame Entseuchungsverfahren wird außer den Schädlingen auch ein großer Teil ihrer natürlichen Gegenspieler (Antagonisten) aus dem Boden ausgeschaltet. Ihre Abtötung macht einen „entseuchten" Boden

---

[1]) Newhall, A. G., Chupp Ch. and Guterman, C. E. F., Soil treatm. for the contr. of diseases in the greenh. a. the seedbed. Cornell Extension Bull. **217**, 1931 (revised Febr. 1942); Mc Kinney, H. H., Soil. fact. in rel. to incidence a. sympt. expr. of virus dis. Soil Sci. **61**, 1946, 93—100.

[2]) Lochhead, A. G., Timonin, M. J. a. West, P. M., The microflora of the rhizosph. in rel. to res. of pl. to soil borne path. Sci. Agr. **20**, 1940, 414—418; Katznelson, H. a. Richardson, L. T., The microflora of the rhizosph. of tom. pl. in rel. to soil steril. Can. Jl. Res. **21**, 1943, 249—255; Sanford, G. B., Soilborne dis. in rel. to the microflora assoc. w. var. crops a soil amendm. Soil. Sci. **61**, 1946, 9—22; Weindling, R., Microb. antag. a. dis. contr. Soil Sci. **61**, 1946, 23—30; Winter, A. G. u. v. Rümker, R. D., D. Mikroflora d. Rhizosph. als res. bst. Fakt. Arch. Mikrobiol. **15**, 1950, 72—84; Winter, A. G., Unters. üb. Ökol. u. Massenw. bodenbew. mikroskop. Pilze. I. Mitt. Arch. Mikrobiol. **15**, 1950, 42—71.

[3]) Merkenschlager, F., dies. Handb. Bd. I; Klaus s. S. 145[2]); Schaeffler, H., Beitr. z. Fr. d. Verträglichkeitsverh. d. Leguminosen m. bes. Ber. des Rotklees. Prakt. Bl. Pfl. **15**, 1937/38, 282—332. 341—356 (mit eingehendem Schriftennachweis).

gegen Neuverseuchungen so lange „überempfindlich", als dieser seine „Schutzkraft" nicht durch ein neu eingestelltes Gleichgewicht wiederhergestellt hat. In Versuchen läßt sich dies auch durch Beimischung bestimmter, nicht sterilisierter Erden erreichen[1]). In der Praxis vermeidet man eine solche Maßnahme wegen der damit verbundenen Gefahr der Neuverseuchung.

In „überempfindlichen" sterilisierten Böden können sich viele Parasiten unter Umständen, vor allem bei Vorhandensein ausreichender Nährstoffquellen, rascher entwickeln und gefährlicher werden als in unsterilen Böden. Für den praktischen Pflanzenschutz begründet dies die Forderung, mit größter Sorgfalt eine Wiedereinschleppung von Pathogenen zu verhüten. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß auch samenübertragene Krankheitskeime aus den gleichen Gründen im entseuchten Boden unter Umständen gefährlicher werden können als in nicht entseuchten[2]). Die Bekämpfung von *Pythium ultimum* durch Beizung soll auf gedämpften Böden schwieriger sein als auf ungedämpften[3]).

Für pathologische Arbeiten sowie für die Methodik der Resistenzzüchtung[4]) ergibt sich die Gefahr, daß das Arbeiten in künstlich infizierten, vorher entseuchten Böden einer sehr erheblichen Überinfektion gleichkommen kann, aus der nur mit größtem Vorbehalt auf natürliche Verhältnisse zurückgeschlossen werden darf.

Der Grad der Reinfektionsempfindlichkeit partiell sterilisierter Böden hängt von der Art der Entseuchung und der Bodenart ab, wie eingehende Untersuchungen zeigen[5]):

Die Abtötung der Antagonisten von *Ophiobolus graminis* ist z. B. quantitativ (und wahrscheinlich auch qualitativ) von der Wahl der chemischen Entseuchungsmittel bzw. vom Grad der Entseuchungstemperatur abhängig. Auf Lehmböden kann die Wiederansiedlungsfähigkeit des Parasiten nach Behandlung mit Temperaturen über 70° durch das Auftreten thermisch gebildeter Hemmstoffe unbekannter Art vermindert werden, bei Humusböden tritt diese Erscheinung erst nach höheren Behandlungstemperaturen und in geringem Grade ein. Die weitere Analyse des Einflusses der Bodenentseuchung auf andere durch biozönotischen Antagonismus stark beeinflußter Pathogene (vor allem Wurzelfäulen usw.) ist dringend nötig.

---

[1]) Moritz, O., Weit. Stud. üb. die Ophiobolose d. Weizens. Arb. Biol. Reichsanst. **20**, 1932, 27; Winter s. S. 145[1]).

[2]) Vgl. Katznelson, S., Surv. of microorg. inocul. into steril. soil. Soil Sci. **49**, 1940, 211—217; Flor, H. H., Soil sickn. of flax in N. Dak. Phytopathol. **30**, 1940, 749—760; Sanford, G. B., Stud. on *Rhizoct. sol.* K. V. Virul. in steam steril. a. nat. soil. Can. Jl. Res. **C 19**, 1941, 1—8; Ludwig, R. A. a. Henry, A. W., Stud. on the microbiol. of recontam. steril. soil in rel. to its infest. w. *Oph. gram.* Sacc. Can. Jl. Res. **C 31**, 1943, 343—350; Winter s. S. 145[1]); Johnson, J., Soil steam. f. dis. contr. Soil Sci. **61**, 1946, 83—91.

[3]) Chamberlain, E. E. a. Brien, R. M., Tom. seedl. damp. off. N. Z. Jl. agr. **54**, 1937, 321—327.

[4]) Köhler, E., Dies. Handb. Bd. **6**; Roemer, Th., Fuchs, W. H. u. Isenbeck, K., D. Züchtung res. Rassen d. Kulturpflanzen. Berlin, 1938.

[5]) Newhall, A. G., Exp. w. new el. devices for pasteur. soils. Cornell Univ. agr. exp. Sta. Bull. **731**, 1940; Winter s. S. 145[1]) u. 147[3]).

An ein praktisch für den Pflanzenschutz brauchbares Bodenentseuchungsverfahren sind daher folgende Forderungen zu stellen:

1. die zu bekämpfenden Schädlinge müssen möglichst vollständig abgetötet werden,

2. die Bodenbiozönose darf an den für den Stoffhaushalt und den Garezustand nötigen Organismen nicht zu sehr verarmen,

3. der physikalisch chemische Bodenzustand darf nicht verschlechtert werden,

4. es darf keine ernstliche Schädigung des stehenden bzw. nach der Entseuchung anzubauenden Pflanzenbestandes eintreten,

5. die Aufwendungen an Material und Arbeit müssen in wirtschaftlich vertretbaren Grenzen bleiben (die je nach dem Wert der Kultur und der Schadengefahr natürlich verschieden liegen).

Eine solche Bodenentseuchung kann auf biologischem, physikalischem und chemischem Wege erfolgen.

II. Bodenentseuchung auf biologischem Wege

Eine allmähliche Zurückdrängung von Bodenschädlingen ist durch eine ganze Reihe von Kulturmaßnahmen (Fruchtwechsel, Brache, Verschiebung des Aussaatzeitpunktes, Bodenbearbeitung, Bodenverbesserung, Gründüngungen u. ä.) zu erreichen, die als hygienische Verfahren im vorausgehenden Hauptstück beschrieben sind und auf die hier nur verwiesen wird (s. S. 26—143). Eine ziemlich rasche Säuberung des Bodens von Schädlingen ist des weiteren durch das mechanische Abfangen und durch verschiedene Köderverfahren möglich, deren Besprechung einem folgenden Kapitel vorbehalten bleibt. Besonders sei auf die dort ebenfalls beschriebene Verwendung von Feind- und Fangpflanzen im Kampf gegen *Heterodera schachtii* hingewiesen, die als willkürliche, wenn auch vorübergehende Bereicherung der Biozönose durch bestimmte Pflanzen dem Sinn der biologischen Bodenentseuchung recht nahe stehen.

Als biologische Bodenentseuchungsmaßnahmen im eigentlichen Sinn sollen hier nur jene Verfahren erwähnt werden, bei denen Antagonisten oder Hyperparasiten der Schädlinge in großer Menge dem Boden zugesetzt werden, um deren rasche Vernichtung zu erreichen. Trotz zahlreicher Untersuchungen über das Vorkommen solcher Antagonisten im Boden[1]) liegen über die praktische Brauchbarkeit solcher Verfahren nur wenige Erfahrungen vor:

Auf Grund von Untersuchungen über den Antagonismus von gewissen Bakterien gegenüber *Actinomyces scabies* konnte in Feldversuchen der durch künstliche Verseuchung hervorgerufene Flachschorf der Kartoffel durch Besprühen der Parzellen mit einer Aufschwemmung der Antagonisten vollständig unterbunden werden[2]). Die antibiotische Wirkung von zwei Stämmen von *Actinomyces scabies* gegen *Fusa-*

[1]) Vgl. Garrett s. S. 144[1]); Waksman s. S. 144[2]); Winter s. S. 147[2]); Meredith, C. H., The antagon. of soil org. to *Fus. oxysporum cubense.* Phytopath. **34**, 1944, 426—429 u. a. m.

[2]) Kießling, L. E., Biol. Maßn. z. Unterdrückung d. Kartoffelschorfes. Kühnarch. **38**, 1933, 184—201.

rium culmorum und *Phytomonas caryophylli* an Nelken könnte für Gewächshausböden praktische Bedeutung erlangen; die Antagonisten beeinflussen aber *Fusarium dianthi* nicht[1]).

Bacillus aroideae, B. prodigiosus und andere Arten erwiesen sich als Antagonisten gegenüber verschiedenen Pathogenen, erreichten aber nicht die Wirkung von *Trichoderma*[2]).

Auch zwischen *Penicillium patulum* und *Bacterium phytophthorum, B. mycoides, Phytophthora parasitica, P. cryptogea* und *Bacterium fascians* sind vor allem bei Weizenstrohzusatz zum Boden antagonistische Beziehungen gefunden worden[3]).

Unter zahlreichen Bakterienstämmen wurden einige gefunden, die im Laboratorium und bei Anwendung von beimpftem Kompost im Feldversuch fusariösen Wurzelbrand von *Pinus sylvestris*-Keimlingen unterdrückten und wachstumsfördernd wirkten[4]).

Die Ausbreitung der die Gurkenwelke erregenden *Fusarium* sp. auf gedämpften Böden vom verseuchten Untergrund aus kann dadurch hintangehalten werden, daß durch Aufgießen von Konidienaufschwemmung eines nahe verwandten, aber die *Cucurbitaceen* nicht angreifenden *Fusarium solani* dieses sich ausbreitet und die pathogenen Arten hemmt oder unterdrückt[5]).

Der bekannte Antagonismus von *Trichoderma* sp. gegen *Rhizoctonia, Pythium* u. a. Pilze ist u. W. im Sinne planmäßiger Bodenentseuchung in dem hier umgrenzten Sinne nicht verwendet worden[6]).

Bacillus popilliae und *B. lentimorbus* erregen zwei sog. Milchkrankheiten der Engerlinge von *Popillia japonica*, die als A und B unterschieden werden[7]).

Die erste Art wird heute zur Bodenentseuchung eingesetzt[8]).

---

[1]) Thomas, W. D., The Contr. of *Fus.* root rot a. bact. wilt. of Carnation by antib. fungi. Jl. Colo. Wyo. Ac. Sci. **3**, 39.

[2]) Hino, J., Antag, act. of soil microb. w. spec. ref. to pl. hyg. Trans. 3. Congr. Soil Sci. **1**, 1935, 173—174.

[3]) Grossbard, E., Pl. dis. 4. The contr. of dis. by microb. antag. Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt, **1947**, 1948, 29—39.

[4]) Krasilnikow, N. A. a. Raznitsina, E. A., A. bact. meth. of contr. damp. off. of Scots Pine seedl. caus. by *Fus.* Agrobiologyia **1946**, 109—221.

[5]) van Koot, Enk. onderz. betr. den *Fusarium ziekte* bij de komkommer. Tijdschr. Pl. Ziekten, 1943, 52—73; ders. De *Fusariumziekte* v. komkommer en melon Medel. Tuinbouwvorlichtingsd. **42**, 1944.

[6]) Allen, M. C. a. Haenseler, C. M., Antagon. act. of *Trichod.* on *Rhizoct.* a. oth. soil fungi. Phytopathol. **25**, 1935, 244—252.

[7]) Hawley, J. M. a. White, G. F., Prel. stud. on the dis. of larv. of the jap. beetle. (*Pop. jap.*). Il. N. Y. Ent. Soc. **43**, 1935, 405—412; Dutky, S. R., Two new spore form. bact. caus. milky dis. of jap. beetle larv. Il. agr. Res. **61**, 1940, 57—66.

[8]) White, R. T., Survival type A milky dis. of jap. beetle larv. und. adverse field sond. Il. ec. Ent. **33**, 1940, 303—306; ders. a. Dutky, S. R., Eff. of the introd. of milky dis. on popul. of. jap. beetle larv. Jl. ec. Ent. **33**, 1940. 306—309; Dutky, S. R., Susceptibil. of cert. scarabaeid larv. to inf. by Type A milky dis. Jl. ec. Ent. **34**, 1941, 215—216; ders., Test. the poss. value of milky dis. f. contr. soil inhab. larv. Jl. ec. Ent. **34**, 1941, 217—218; ders., Meth. f. the prepar. of spore dust mixt. of type A milky dis. of jap. beetle larv. f. field inoc. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Pl. Quar. **ET 192**, 1942; ders., Proc. f. propag. bact. U. S. Pat. 2293890, 1942; ders., Meth. f. the contr. of jap. beetle. U. S. Pat. 2258319, 1941; ders. a. Fest, W. C., U. S. Pat. 2270804, 1942; White, R. T. a. Dutky, S. R., Coop. distr. of arg. caus. milky dis. of jap. beetle grubs. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 679—682; Stearns, L. A., Fassig, W. W. a. Beacher, J. H., Coloniz. of the milky dis. of jap. beetle in Delaware. 1. Rep., Trans. Pennins. hort. Soc. 1942, 46—51; Wheeler, E. H.,

Durch Eintrocknen von Blutausstrichen aus (oberflächlich desinfizierten) kranken Larven werden Sporenpräparate erhalten, die vier Jahre lebensfähig sind. Zur weiteren Kultur werden diese in sterilem Wasser aufgeschwemmt, auf $3{,}10^8$ Sporen je Kubikzentimeter eingestellt und mit einem besonders konstruierten Mikroinjektor je 0,003 ccm in gesunde Larven injiziert; diese werden in Boden, dem Grassamen beigemischt ist, bei 16—36° C herangezogen. Nach 10—12 Tagen werden sie gewaschen, zu Brei zerkleinert, dieser mit inerten Trägerstoffen (z. B. Talkum) angerührt und getrocknet. Die Mengenverhältnisse werden so gewählt, daß auf 1 g Trägerstoff 10^8 Sporen kommen. Die Präparate sind gegen wechselnde Temperatur und Sonnenbestrahlung widerstandsfähig und können breitwürfig oder mit Streugeräten ausgebracht werden (2,65 g/qm); die Aufwandmenge kann durch Auslegen von Infektionsstellen (je 2 g) in Abständen von 7,5—75 cm je nach dem Grade der Verseuchung, bis auf etwa 0,09 g/qm herabgesetzt werden. Die Verseuchung der Engerlinge nimmt bei warmem Wetter rasch zu; die als Hyperparasit nützlichen *Tiphia*-Arten werden nicht beeinträchtigt. *Bac. popilliae* ist nicht streng spezialisiert; im Freien infizierte es auch Engerlinge von *Anomala orientalis, Cyclocephalus borealis, Phyllophaga anxia, P. fraterna, P. futilis, P. hirticola, P. fusca, P. inversa, Autoserica castanea* und *Strigodermella pygmea*; bei künstlicher Fütterung und vor allem nach Injektion wurden noch weitere Arten befallen. Zehnjährige Beobachtungen über den Erfolg dieser biologischen Bodenentseuchung ergaben, daß alljährlich bis zum Herbst 86—94,4% der *Popillia*-Population erkrankt waren, der Augustbefall von rd. 410 Larven/qm auf ca. 100 absank und größere Schäden durch das rasche Absterben dieser Larven vermieden wurden[1]).

Das Bakterienpräparat kann auch mit Volldünger vermischt ausgestreut werden[2]).

Odontria zealandica wird durch Bac. popilliae nicht befallen; jedoch wurde ein spezifisches, ähnlich wirkendes *Bacterium* entdeckt[3]).

Aus erkrankten Engerlingen von *Amphimallus solstitialis* wurde ein weiteres ähnlich wirkendes Bakterium isoliert[4]), dessen Pathogenität auf diese Art ähnlich der von *Bac. popilliae* ist.

Mit Hilfe des Pilzes *Metarrhizium* (*Entomophthora*) *anisopliae*[5]), der bei Züchtung auf Biermaische, wie auf Pepton oder Asparagin und Hefeextrakt enthaltenden Medien reichlich Sporen bildet, lassen sich zahlreiche Insekten in

---

Exp. w. milky dis. f. the contr. of the jap. beetle in New York. N. Y. agr. exp. Sta. Bull. **703**, 1942, 14—17; Friend, Conn. agr. exp. Sta. Bull. **461**, 1942, 463—548; **481**, 1944, 235—329; **488**, 1945, 301—425; Chada, H. L., Ditman, J. A. a. Daugh, F. C., Progr. dur. 1942 of the progr. f. the coloniz. of the milky dis. of jap. beetle larv. in Delaware. 2. Rep. Trans. Penins. hort. Soc. **1942**, 1943, 86—92; White, R. T., Eff. of milky dis. on Tiphia paras. of jap. beetle larv. Il. N. Y. ent. Soc. **51**, 1943, 213—218; ders., Eff. of the sun's ray up. the. viabil. of spores of Bac. pop. Dutky, the organ. caus. milky dis. of jap. beetle larv. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Pl. Quar. E **703**, 1946; Steinhaus, E. H., Ins. pathol. a. biol. contr. Jl. ec. Ent. **38**, 1945, 591—596; Easter, S. S., Contr. of jap. beetle at sec. army posts. Jl. ec. Ent. **40**, 1947, 632—634.

[1]) White, R. T. a. McCabe, P. J., The eff. of milky dis. on jap. beetle popul. ov. a ten years per. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Pl. Quar. **E 801**, 1950.

[2]) White, R. T., Appl. of milky dis-spore dust w. a. comm. fertil. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 113—114.

[3]) Dumbleton, L. J., Bacterial and nematode parasites of soil insects. N. Z. Jl. Sci. Techn. **27 A**, 1945, 76—81.

[4]) Kern, F., Unters. an *Amphim. solstit.* L., m. Vers. z. bakt. Bek. v. Engerl. Diss. Zürich 1950.

[5]) Metschnikoff, E., D. Krankh. d. Getreidekäfers. Odessa 1879 (russisch); Hagen, H. A., Destruction of obnoxious insects . . . by application of the Yeast fungus. Cambridge 1879.

Schach halten[1]). Die Wirkung ist an hohe Feuchtigkeit gebunden und kann unter ungünstigen Verhältnissen ausbleiben. Auch die Bodensäure beeinflußt diese Pilzkrankheiten der Insekten[2]).

In einem Teil der angelegten Versuche konnten die Larven von *Anisoplia austriaca*[3]) vernichtet werden; seither wurde dieser Pilz mehrfach auch zur Bodenentseuchung verwendet. (Bezüglich der Verwendung gegen andere schädliche Insekten vgl. den Abschnitt über biologische Bekämpfung.) Erfolge wurden erzielt auch durch Ausstreuen von getrockneten und gepulverten Kadavern kranker Larven im Gemisch mit Erde: *Cleonus punctiventris*[4]) *Agrotis segetum, A. nigricans* und *A. tritici* (Überbrausen mit Sporenaufschwemmung), *Cerapteryx graminis, Rhyacia pronuba, Polia pisi, Contarinia pyrivora, C. leguminicola* und *Melolontha hippocastani*; ungenügende Abtötung wurde bei *Phyllopertha horticola* (Larven) und keine Wirkung bei *Oryctes nasicornis* festgestellt[5]). Letzteres ist verwunderlich, da sich die Anwendung von *Metarrhizium anisopliae* zur Vernichtung der Larven von *Oryctes rhinoceros* in Fanghaufen, auf die der Käfer zur Eiablage gelockt wurde, sehr gut bewährt hat[6]). Beimpfung von Ködern für die Larven von *Oryctes* mit dem Pilz erzielte Abtötung von 15—60% je nach den Standortsbedingungen[7]).

Zugabe von Kulturen von *Dactyella ellipsosporum* vermindert den Befall von Ananas durch *Heterodera marioni*[8]).

Anfängliche Erfolge mit Reinkulturen des Pilzes *Beauveria densa* gegen Engerlinge[9]) bestätigten sich im Freiland[10]) nicht. Versuche mit dem gleichen Pilz gegen *Leptinotarsa decemlineata*, der im Winterlager in der Natur bei hoher

---

[1]) Notini, G. och Mathlein, R., Grönmykos förorsakad av *Metarrh. anis.* (Metsch.) Sorok., I. Grönmykosen som biol. insekt bekämpningsmedel. Statens Växtskyddsanst. Medd. **43**, 1944, 1—58; Lihnell, D., Grönmykos . . . II. Fysiologiska undersökningar över grönmykosens svamp., ebenda 58—90.

[2]) Meier, N. F., (The theor. basis of the biol. contr. method against injurious insects). Bull. Pl. Prot. **1940**, 143—152.

[3]) Metschnikoff, Zur Lehre über Insektenkrankheiten, Zool. Anz. **3**, 1880, 44—47.

[4]) Krassiltscheck, J., De insectorum morbis, qui fungis parasitis efficiuntur. Bull. Soc. Nat. Nouv. Russie **11**, 1886, 75—172; ders., La prod. ind. d. paras. veget. p. l. destr. des ins. nuisibles. Bull. Sci. France et Belg. (**19**), III ser. **1**, 1888, 461—472; Kospelov, V. B., Biol. Bek. meth. geg. Rübenrüßler in Kulagin, N. M. u. Pyatnitzkii, G. K., D. Rübenrüßler u. s. Bek. (russ.). Moskau 1940.

[5]) Notini, och Matthlein s. S. 152[1]).

[6]) Friederichs, K., Üb. d. gegenw. Stand der Bek. d. Nashornkäfers *(Or. rhin.* L.) in Samoa. Tropenpflanzer **17**, 1913, 552, 554, 576, 660—668; ders., Stud. üb. Nashornkäfer als Schädl. d. Kokospalmen. Monogr. z. angew. Entom. **4**, 1919, 75—100.

[7]) Anon, Rep. Dep. Agr. Burma 1941/43, 1943, 4—9.

[8]) Linford, M. B. a. Yap, F., Rootknot nemat. inj. restr. by a fungus. Phytopath. **29**, 1939, 592—609.

[9]) Le Moult, L., Le paras. de Hanneton et de sa larve. Jl. agric. prat. **39**, 1923, 238—241; Giard, A., verschiedene Arbeiten seit 1892 vgl. Ann. Soc. Entomol. France **31**, 1912, 268—269. Prillieux, E. et Delacroix, G., Le champignon paras. de la larve de Hanneton. C. R. Acad. Sca. **112**, 1891, 158—160.

[10]) Dufour, J., Ein Vers. m. *Botr. ten.* z. Bek. d. Maik.larven. Zeitschr. Pflanzenkrankheiten **2**, 1892, 2—9; Frank, A., Üb. das neuerdings vorgeschl. Mittel d. Maik.larven m. *Botr. ten.* zu vertilgen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. **25**, 1893, 223—226; Schaerffenberg, B., D. biol. Bek. d. Maik. u. s. Larv. m. *Beauv. densa.* Anz. Schädlk. **17**, 1941, 53—56; Hornbostel, W., Kann *Beauv. densa* auch d. Eier d. Maik. befallen? Zeitschr. Pfl.krankh. **49**, 1939, 142—144.

Bodenfeuchtigkeit häufig befallen ist, schlugen fehl[1]). *B. bassiana* wird gegen *Popillia japonica* angewendet; der Pilz bildet auf sterilisierter Weizenkleie bei 22° C leicht Sporen[2]).

Die Aussetzung räuberischer Nematoden, besonders von *Mononchus papillatus*, zur Bekämpfung pflanzenschädlicher Nematoden, vor allem von *Heterodera marioni*[3]), wurde ebenfalls vorgeschlagen.

Die Einbürgerung des auf *Popillia japonica* schmarotzenden *Oxyuriden Neoplectana glaseri*, der sich in künstlicher Kultur ziehen läßt, ist in Feldversuchen gelungen. Die Parasitierung ist 6—8 Jahre nachzuweisen und beträgt je nach den örtlichen Bedingungen bis zu 81%[4]).

III. Bodenentseuchung auf physikalischem Wege

Eine Vernichtung von Bodenschädlingen kann auf physikalischem Wege durch mechanische Maßnahmen, durch Anwendung von Elektrizität und durch Wärmebehandlung versucht werden.

Zahlreiche mechanische Bekämpfungsverfahren werden herkömmlicherweise nicht als Bodenentseuchungsverfahren angesehen und dementsprechend auch nicht an dieser Stelle behandelt, so der Einsatz der ackerbaulich üblichen Bodenbearbeitung[5]), der Standortwechsel[5]) und die verschiedenen Fang- und Abhaltungsverfahren (Fallen, Fanggräben, Schutzkragen u. ä.)[6]). Demgemäß bleiben an dieser Stelle nur die Wirkung der Bodenüberflutung und des Bodenaustausches als mechanische Maßnahmen, sowie die Versuche zur elektrischen Bodenentseuchung und die Wärmeeinwirkung zu besprechen.

1. Mechanische Maßnahmen

a) Überflutung

(Bewässerung, Submersion, Inundation, Irrigation, Flooding, Immersion, Submergence)

Die bodenentseuchende Wirkung der seit langem angewandten Überflutung[7]) beruht auf der unterschiedlichen Empfindlichkeit der Organismen gegenüber

---

[1]) Dieuzeide, R., Les. champignons entomophytes de genre *Beauveria* Vuill. Ann. Epiphyt. **11**, 1925, 185—219.

[2]) McCoy, E. E. a. Carver, C. W., A meth. f. obtain. spores of the fung. *Beauv. bass.* (Bals.) Vuill in quant. Jl. N. Y. ent. Soc. **49**, 1941, 205—210.

[3]) Cobb, N. A., Transference of Nema. *(Mononchus)* from place to place for econ. purp. Science **51**, 1920, 640—641; Steiner, G. a. Heinly, H., The possibil. of contr. of *Het. radic.* a. oth. plant injurious nemas by means of predat. nemas esp. by *Mononchus papillatus* Bastian. Jl. Wash. Ac. Sci. **12**, 1922, 367—386.

[4]) Glaser, R. W. a. Farsell, C. C., Field exp. w. the jap. beetle a. its nema. paras. Jl. New York Ent. Soc. **43**, 1935, 371; McCoy, E. E. a. Glaser, R. W., Nema cult. f. jap. beetle contr. N. Jersey agr. exp. sta. Circ. **265**, 1936; Glaser, R. W., McCoy, E. E. a. Girth, H. B., The biol. a. econ. import. of a nema. paras. in ins. Jl. Parasitol. **26**, 1940, 479—495; Girth, H. B., McCoy, E. E. a. Glaser, R. W., Field exp. w. a. nema. paras. of the jap. beetle. N. Jers. Dep. agr. Circ. **317**, 1940.

[5]) Vgl. Braun, H., Kulturmaßnahmen dies. Bd. S. 32ff..

[6]) Vgl. Trappmann, W., Physikalische Bekämpfungsverfahren ds. Bd. Abschn. e.

[7]) Mayet, V., L. ins. d. l. vigne 1890; Czeh, A. u. Molnar, St. v. Anl. z. Weinb. in Reblausgeb. 1895; Troitzki, N. N., D. Reblausfr. in Rußl. Anz. Schädl. **3**, 1927, 127; Printz, Y. I., Vitic. Union Concordia, Baku 1926; ders. (*Phyll.* in Aserbeidshan) Tiflis 1935; Thiem, H., in Müller, K., Weinbaulexikon 1930.

übermäßiger Feuchtigkeitszufuhr und den durch stauende Nässe im Boden bedingten Sauerstoffmangel (Asphyxie). Diese Wirkung ist vom Sauerstoffgehalt des verwendeten Wassers, dem Grade der Luftverdrängung in dem Boden und dem Sauerstoffbedürfnis der zu bekämpfenden Organismen abhängig[1]). Zur Überstauung eignen sich daher wenig bewegte, schlammhaltige, sauerstoffarme Gewässer, die meist auch eine erhebliche Humusdüngung bewirken, besser als lebhaft bewegte, sauerstoffreiche, klare, besonders Gebirgswässer, die allerdings auch durch zugeführte Mineralstoffe düngend wirken können[2]).

Schwerdurchlässige Böden (Tonböden) sind für Überflutungen ebensowenig geeignet, wie zu leicht durchlässige Stein-, Schotter- und Sandböden. Am geeignetsten sind Böden mittlerer Porosität und Durchlässigkeit, in denen die Luft rasch verdrängt wird, sich keine Luftsäcke bilden und die örtlich eine länger ausreichende Sauerstoffversorgung der Organismen gewährleisten.

Die erstickende Wirkung auf die Bodenorganismen hängt vom anfangs vorhandenen Sauerstoffgehalt und dem Sauerstoffverbrauch ab. Je reger die Stoffwechseltätigkeit ist, um so rascher leiden sie unter Sauerstoffmangel: aktive Stadien sind daher empfindlicher als Ruhestadien, bei höheren Temperaturen tritt die Erstickung rascher ein als bei tieferen. Im allgemeinen sind Bakterien und Pilze weniger empfindlich als tierische Schädlinge. Jedoch bestehen außerordentlich große Empfindlichkeitsunterschiede zwischen den Arten und auch den Entwicklungsstadien ein und desselben Organismus, die zum Teil von den vorausgehenden Lebensbedingungen abhängen.

Neuerdings wurde gezeigt, daß die Überflutungswirkung auf Elateridenlarven eine rein osmotische ist: die Tiere verquellen und verfaulen. Auch in diesem Falle bestehen Empfindlichkeitsunterschiede je nach dem Vorleben und der Jahreszeit[3]).

Technische Voraussetzungen für Überflutungen sind ebene Lage des Geländes, weitgehende Undurchlässigkeit des Untergrundes und die nötigen Einrichtungen zur raschen und gleichmäßigen Verteilung und Entfernung des Wassers.

Die Dauer der einzelnen Überflutungen ist den Verhältnissen anzupassen und beträgt in den meisten Fällen 1—3 Wochen. Vom Pflanzenschutzstandpunkt aus ist die geeignetste Jahreszeit der Frühherbst wegen der herrschenden relativ hohen Boden- und Wassertemperaturen[4]), in manchen Fällen auch der Sommer[5]). Die für den Pflanzenwuchs am wenigsten gefährlichen Winterüberflutungen erwiesen sich in einigen Fällen (*Dactylosphaera*) als brauchbar[4]), in anderen unwirksam (*Elateridae*)[5]).

---

[1]) Vgl. Thiem, s. S. 153[7]).

[2]) Vgl. Roemer, Th., Beob. a. d. Geb. d. Ackerbaus i. d. Ver. Staaten von Nordamerika. Ber. ü. Landw. N. F. **4**, 1926.

[3]) Schaerffenberg, B., Können Drahtw. d. Überschw. erfolgr. bek. werden? Mitt. f. d. Landw. **58**, 1943, 951; ders., Unters. ü. d. Wirk. v. Überschw. a. Drahtw. Jl. f. Pflanzenb. **90**, 1944, 55—68; ders., Bodenents. d. Überschw. Zbl. Ges. Geb. Entomol. **2**, 1947, 48—51.

[4]) Vgl. Thiem s. S. 153[7]).

[5]) Schaerffenberg s. S. 154[3]).

Von größter Bedeutung ist der rasche Abzug des Wassers am Ende der Überflutungsperiode und die gute Austrocknung des Geländes, inbesondere in Pflanzenbeständen. Denn durch längere oder wiederholte Überstauungen und anschließende stauende Nässe wird einerseits die Bodenstruktur und Gare verschlechtert[1]), andererseits werden die Pflanzen, insbesondere die sauerstoffbedürftigen Wurzeln schwer geschädigt; dadurch können sowohl direkte akute Schädigungen (Chlorose u. ä.)[2]) eintreten, als auch indirekte durch Steigerung der Anfälligkeit gegen Wurzelfäule[3]) oder Disponierung zu anderen Krankheiten[4]) und Insektenschäden[5]) (z. B. *Eulecanium corni*[6]).

Die Abhängigkeit des Überflutungserfolges von zahlreichen physikalischen und biologischen Faktoren bedingt es, daß die praktischen Erfahrungen sich häufig widersprechen[7]); in tropischen und subtropischen Gebieten scheinen die Erfolge der Überflutung offenbar infolge der höheren Temperaturen größer zu sein als im gemäßigten Klima.

Im einzelnen ist folgendes zu bemerken:

Bakterien und Pilze werden im allgemeinen nur wenig durch Überflutung beeinträchtigt, gewisse Oomyceten (*Aphanomyces, Pythium* spp. u. a.) sogar häufig, vor allem bei langsamer Entwässerung, gefördert. Manche Sklerotien können aber durch anhaltende Überflutungen weitgehend erstickt werden: *Sclerotinia sclerotiorum* (an Sellerie auf Moorböden, 6—8 Wochen überstaut, in Sand oder Moorböden nach 23–45 Tagen dauernder oder in dreitägigen Abständen unterbrochener, wiederholter Überflutung[8]), *Sclerotium rolfsii*[9]), *Phymatotrichum omnivorum*[10]).

Nematoden sterben auch nach sehr langen Überstauungen nicht vollständig ab: *Heterodera schachtii* (über 4 Monate)[11]), *H. marioni* (über 6 Wochen[12]). Erst nach längerer Zeit sind die Böden befallsfrei: *H. schachtii* (9 Monate[11]), *H. marioni* (4 bis 5 Monate[12]) bzw. bis 18 Monate[13]), dagegen soll alljährliche Überflutung letztere unterdrücken[14]).

---

[1]) Vgl. Roemer-Scheffer, Ackerbaulehre. Berlin 1944.

[2]) Vgl. dies. Handb. 5. Aufl., 1. Bd.

[3]) z. B. Parris, G. K., Dis. of Papaya in Hawaii a. th. contr. Hawaii agr. exp. Sta. Bull. **87**, 1941, 32—44 u. a.

[4]) Howard, W., The infl. of soil factors on dis. res. Ann. appl. Biol. **7**, 1921, 373–389.

[5]) Lees, A. H., Ins. attack a. the int. cond. of the plant. Ann. appl. Biol. **13**, 1926, 506—515.

[6]) Thiem, H., Ü. Bed. d. Massenverm. v. Ins. Arb. phys. u. angew. Ent. **5**, 1938, 229.

[7]) Vgl. Blunck, H., Mögl. z. Bek. d. Maik.engerl. Zeitschr. Pflanzenkrankh. **50**, 1940, 266—267; Schaerffenberg, s. S. 154[3]).

[8]) Brooks, A. N., Contr. of sclerotiniose of Celery on Florida muck. Phytopath. **30**, 1940, 703.

[9]) Moore, W. D., Flood. as a means of destroy. the scler. of *Sclerot. scler.* Phytopathol. **39**, 1949, 920—927.

[10]) Streets, R. B., *Phymat.* (Cotton or Texas) root rot in Ariz. Ariz. agr. exp. Sta. Techn. Bull. **71**, 1937, 299—401; u. a. m.

[11]) Stift, A., Beh. d. Rübennema. d. Überflutung. Wiener Landw. Ztg. **53**, 1903, 621—622.

[12]) Watson, J. R., Contr. of root knot. Flor. agr. exp. Sta. Bull. **159**, 1921; ders. Jl. ec. Ent. **17**, 1924, 225—229; Jones, H. L., Eradic. of nema. a. paras. fungi in greenhouse soil. Mass. Ent. St. Bull. **247**, 1929, 310; Brown, L. N., Flooding to contr. root knot nema. Jl. agr. Res. **47**, 1933, 883—888.

[13]) Müller, H. C. u. Molz, E., Vers. z. Bek. d. Rübennema. Het. Sch. Z. Ver. D. Zuckerrind. **51**, 1914, 1034.

[14]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

Myriapoda: *Scutigerella immaculata* (30 cm tief 2—3 Wochen im Winter)[1]). Insecta: Thysanoptera: *Thrips* sp. (im Gewächshaus)[2]).

Orthoptera: *Acrididae*[3]), *Gryllotalpa vulgaris* (Feldüberflutung)[4]), evtl. Ausgießen einzelner Baue.

Hemiptera: *Scotinophara lurida* (Eier) in China[5]), *Nisia atrovenosa* (Eier in China)[6]), *Tomaspis sacharina, Dactylosphaera vastatrix* (1—3 Wochen, vielfach alljährlich wiederholt, da auch sonst für die Kultur günstig)[7]).

Coleoptera: Carabidae (1 Woche)[8]).

Scarabaeidae: *Melolontha* spp. (in Brasilien)[9]) in Heveakulturen eine Woche fluten, dann pflügen[10]), in Europa widerspruchsvolle Ergebnisse, meist erfolglos[11]), achttägige Sommerflutung auf Grünland erfolgreich[12]), *Ligyrus fossator* u. *L. fossor*[13]) *Cotinis* sp. (48—65 Stunden)[14]), *Leucopholis irrorata* (Tauchversuche 96—100 Stunden erfolglos)[15]).

Elateridae ev. schon 4—5 Tage[16]), meist 2—3 Wochen[17]), am besten im Sommer auf trockenem bis mittelfeuchtem Grünland, dagegen erfolglos auf naturfeuchten Flächen und im Winter[18]).

---

[1]) Wymore, F. H., The gardencentipede *Scut. imm.* a pest of ec. import. in the West. Jl. ec. Ent. **17**, 1924, 520–526; ders, The gard. centip. Calif. Agr. exp. Sta. Bull. **51**, 1931; Labrieu, G., Contr. a' l' ètude de *Scut. imm.* Rev. Zool. Agr. **33**, 1934, 167—174.

[2]) Wardle, R. A., The rel. betw. degree of infest. a. water supplied. Ann. appl. Biol. **14**, 1927, 482—500.

[3]) Predtechenskii, S. A., (The acrid. of the lower Volga reg.) Comment Inst. Astrach. Defens. Pl. **2**, 1928.

[4]) Friedrichs, K., D. Grundfr. u. Gesetzm. d. landw. und forstw. Zoologie. Parey, Berl. **2**, 1930, 237, 293.; Jarvis, E., Cane pest combat a. contr. Queensld. Agr. Jl. **24**, 1925, 219—223.

[5]) Liu (Chi-ying) (Exp. on the location a. submerg. of the egg. of *Scot. lur.*) Ent. a. Phytop. Hangchow **1**, 1933, 12—16; Commun, R., Trav. d'ent. Bull. Econ. Indochine **33**, 1930, 1—28.

[6]) Cheng (Kao-tsiang) (Obs. on the morphol. a. hibernation of the rice fulgorid *N. atrov.*) Ent. a. Phytop. Hangchow **2**, 1934, 218—219.

[7]) Mayet; Czeh a. Molnar; Troitzki; Printz; Thiem s. S. 153[7]).

[8]) Coad, B. R., Floods disturb balance of nature in the world of ins. Yearb. of Agr. 1927, Wash. 1928.

[9]) Anon., Les Hannetons de la canne à sucre en Brésil. Rev. Scient. (Paris) **55**, 1917, 20.

[10]) De Fluiter, H. J., Waarn. omtrent engerlingen (oerets) en hun bestrijdn. in Hevea aanpl. Arch. Rubbercult. **25**, 1941.

[11]) Blunck, H. s. S. 155[7]) (dort weitere Literatur); Buhl, C., Beitr. z. Fr. d. Einwirk. v. Überschw. a. Maik.engerl. Zeitschr. Pflanzenkr. **49**, 1939, 271—275.

[12]) Schaerffenberg, B., Großvers. z. Bek. d. Maik.-Engerl. d. Sommerüberschw. Zbl. Ges. Geb. Entomol. **2**, 1947, 51—53.

[13]) Friedrichs s. S. 156[4]).

[14]) Hintze, A. L., The behav. of the larv. of *Cot. nit.* Ann. Ent. Soc. Am. **18**, 1925, 31—34; Price, W. A., The green june beetle in lawns. Jl. ec. Ent. **27**, 1934, 69; Nichol, A. A., A stud. of the fig. beetle *Cot. tex.* Ariz. agr. exp. Sta. Techn. Bull. **55**, 1935, 155—198.

[15]) Lopez, A. W., Ability of mature grubs of *Leuc. irr.* to survive submerg. in water. Phillipp. Jl. sci. **42**, 1930, 307—308.

[16]) Miwa, Y., a. Yanagihara, M., The eff. of *Elaterid* beetles on sugar cane planting in Formosa Jl. trop. Agr. **1**, 1929, 275—289.

[17]) Mesnil, L., Nos connaiss. act. s. l. *Elat.* nusibles en France Rev. Pat. veg. Ent. agr. **17**, 1930, 178—204.

[18]) Schaerffenberg s. S. 156[12]).

Chrysomelidae: Weidenblattkäfer (Puppen)[1]).

Lepidoptera: *Agrotis* sp. (1 Woche im Mississippigebiet)[2]), *Pectinophora gossypiella*[3]), *Diatraea saccharalis*[4]), *Aegeria rutilans*[5]), *Schoenobius*[6]), *Pyrausta nubilalis* (vertragen im Maisstengel über 100 Tage)[7]).

Diptera: *Tipula paludosa* (werden auch durch Salzwasser und längere Überflutung im Winter nicht getötet)[8]). Auf die Möglichkeit der Nagerbekämpfung durch Überflutung sei hingewiesen.

b) Bodenaustausch

Auswechseln kranken Bodens war früher vielfach die einzig wirtschaftlich durchführbare Entseuchungsmaßnahme für Saatbeete, Gewächshäuser und ähnliche kleine Flächen. Hohe Arbeits- und Transportkosten, der Verlust an Pflanzennährstoffen und die Gefahr, daß der neueingebrachte Boden vom Untergrund und den Wänden und Heizrohren her ziemlich rasch neu verseucht wird, lassen heute diese Maßnahme nur als Notbehelf in solchen Fällen erscheinen, in denen aus irgendwelchen Gründen eine systematische Bodenentseuchung zeitweise unmöglich, aber eine rasche Bereinigung eines Schadfalles nötig ist. Der kranke Boden muß selbstverständlich restlos entfernt werden, um eine Neuverseuchung möglichst lange hinauszuzögern. Am ehesten ist diese Maßnahme bei Gewächshausschädlingen vertretbar, die im Freiland sich nicht vermehren können, andernfalls bringt sie die Gefahr rascher allgemeiner Verseuchung des Betriebes mit sich, wenn nicht dafür gesorgt werden kann, daß die entfernte kranke Erde lange Zeit isoliert abgelagert oder entseucht wird.

2. Anwendung von Elektrizität

Es wurde mehrfach versucht, durch elektrische Felder Schädlinge wie *Dactylosphaera vastatrix*, *Heterodera schachtii*, Elateridenlarven, auch *Synchytrium endobioticum*[9]) zu vernichten. Die Versuche verliefen ergebnislos, da die Bodenorganismen

---

[1]) Schwerdtfeger, F., Waldkrankheiten. Paul Parey, Berlin, 1944.

[2]) Coad s. S. 156[8]); Langston, J. M., Cutworm invest. following overflow. Quart. Bull. Mississippi Pl. Bd. **8**, 1928, 7—8; Bishara, J., The greasy cutw. (*Agr. yps.*) in Egypt. Bull. Min. Agr. Egypt. **114**, 1932.

[3]) Willcocks, F. C., What eff. has flooding of a cotton field by infiltr. fr. high Nile on the numb. of the pink bollw. in that field? Bull. Soc. Ent. Egypt. **4**, 1916, 105—108; Dudgeon, G. C. a. Cartwright, W., Treatm. of cotton in the field as a comb. meas. ag. *Geletia* attacks. Agr. Jl. Egypt. **7**, 1917, 120—133; Cartwright, Agr. Jl. Egypt. **8**, 1918, 43—53.

[4]) Holloway, T. E., Haley, W. E., Loftin, U. C. a. Heinrich, C., The sugar cane moth borer in the USA. U. S. Dept. Agr. Techn. Bull. **41**, 1928.

[5]) Thompson, B. G., The *Aegeriidae* or clearing moths occur in Oregon. 19. Bienn. Rep. Oreg. Bd. Hort. 1927, 125—138.

[6]) Liu a. Ma, Spring submerg. of rice stubbles as a contr. of the riceborers. Ent. a. Phytop. Hangchow **1**, 1933, 443—451.

[7]) Crowell, M. E., The europ. corub. Rel. of the larv. to submerg. N. Hamp. Agr. Exp. Techn. Bull. **30**, 1926.

[8]) Bodenheimer, F. S., Beitr. z. Kennt. v. *Tip. ol.* Z. angew. Ent. **9**, 1923, 34—36.

[9]) Anon, Denkschr. ü. Bek. d. Rebl. f. 1896, S. 75, 1898, S. 86, 1905, S. 106; ders., Weinlaube **38**, 1906, 217—218; Tempel, W., Ein Vers. z. Drahtw.bek. mitt. elektr. Strom. Nachr.bl. Deutsch. Pflanz.schutzd. 3, 1923, 60; Kind, W., Elektr. Bodenbewässerung. Technik d. Landw. **10**, 1929, 285—290; Riede, W.,

offenbar wenig elektrizitätsempfindlich sind. Der hohe Bodenwiderstand und die Gefahr örtlicher Überhitzung und Austrocknung bedingen technische Schwierigkeiten. Neuerdings wird elektrischer Strom zum Abtöten von *Sciara*-Larven in Aussaatkästen ohne Beschädigung der (Farn-) Pflanzen in Holland empfohlen; eigene Apparaturen hierfür sind im Handel[1]).

Nicht zu verwechseln mit diesen Versuchen ist die Ausnutzung elektrisch erzeugter Wärme zur Bodenentseuchung (vgl. S. 101).

3. Die Anwendung von Wärme

Die Bodenentseuchung durch Wärme stützt sich darauf, daß im allgemeinen die im Boden befindlichen Schädlinge gegen hohe Temperaturen empfindlicher sind als die nützlichen und gareförderndern Bodenbakterien u. ä. Werden durch Anwendung zu hoher Temperaturen oder durch zu lange Behandlungsdauer auch die letzteren vernichtet oder wird gar der Zustand der Humusstoffe und Bodenkolloide irreversibel verändert, wird der Boden „totgebrannt" bzw. „totgedämpft", so sinkt seine Fruchtbarkeit. Unter Umständen wird die Pflanzenentwicklung stark gehemmt. Die einzelnen Böden sind in dieser Hinsicht verschieden empfindlich[2]). Die Bodenentseuchung kann durch trockene Hitze, durch Heißwasserbehandlung oder durch Dämpfung erfolgen.

a) Anwendung trockener Hitze

α) Sonneneinstrahlung

Die Erwärmung der obersten Bodenschichten durch Sonneneinstrahlung auf brachliegendes Land, wobei Temperaturgrade von 70° C und darüber erreicht werden, ist in Form der „sheraqui"-Brache zwischen den Nilüberschwemmungen ein uraltes Kulturverfahren in Ägypten, dessen fruchtbarkeitssteigernde Wirkung größtenteils auf partieller Bodenentseuchung und Abtötung von Schädlingen beruht[3]).

In Indien wird unmittelbar aufeinanderfolgender Kartoffelanbau dadurch ermöglicht, daß die natürliche Erhitzung der Oberfläche *Phytophthora infestans* abtötet[4]). In Hawai tötet die Erwärmung der unbestellten bzw. mit Papier bedeckten Bodenkrume bis auf 7,5 cm Tiefe *Heterodera marioni*, beim tief-

---

Elektr. u. Pflanzwachst. Gartenbauw. **1**, 1929, 431; Headlee, T. J., The diff. betw. the eff. of radio waves on ins. a. on pl. Jl. ec. Ent. **24**, 1931, 427—437; Carney, L. B., Elec. soil steriliz. Agr. Engin. **13**, 1932, 95—96; Dix, W. u. Rauterberg, E., D. Sterilis. d. Bodens mit Hilfe des elektr. Stromes. Arch. Pflanzenbau **10**, 1934, 172—190; Krewatch, A. V. a. Kable, G. W., Electr. soil sterilis. Nat. Rur. Elect. Proj. Coll., Park. Md., Rpt. M. **11**—**15**, 1933; Suhr, H., Ein Vers. z. Bek. des Rübennemat. *Het. schachtii* d. Elektr. Diss. Kiel, 1931; Dix, W. u. Kühlmorgen, Unters. ü. Keimung d. Dauersporangien v. *Synch. endobiot.* Pflanzenbau **9**, 1932/33, 209—216.

[1]) Anon., Midd. teg. pl. ziekt. en schadel. diren. Verslag. en Medel. Pl. Ziektk.-Dienst **43**, 1948, 38.

[2]) Schulze, C., Einige Beob. ü. d. Einw. d. Bodensteril. a. d. Entw. d. Pfl. Landw.Vers.-stat. **65**, 1906, 137—147.

[3]) Prescott, J. A., A not. on the sheraqui soils in Egypt. A stud. in part. steril. Jl. agr. Sci. **10**, 1920, 177—181.

[4]) Miège, C., The disinf. of the soil. Ann. Serv. Epiphyt. **5**, 1918, 94.

gründigen Pflügen können durch diese natürliche Erwärmung auch tiefere Bodenschichten entseucht werden[1]).

Zur Bekämpfung von *Thielavia basicola* (Chlamydosporen) und Sklerotien von *Sclerotinia sclerotiorum* u. a. auf Tabaksaatbeeten wird Erwärmung durch die Sonne empfohlen, wobei die nötige Einwirkungszeit aus den für die einzelnen Pilze im Laboratorium festgestellten Abtötungszeiten bei Temperaturen von 40—70° berechnet werden[2]). Durch die Sonnenenergie können kleinere Erdmengen, z. B. auch Gewächshausböden, in 1—2 Wochen völlig ausgetrocknet und nematodenfrei gemacht werden. Parasitische Pilze und Bakterien werden dagegen nicht abgetötet[3]).

Auch in kälteren Klimaten wird das Bodenleben im Freiland durch oberflächliche Austrocknung und Erwärmung weitgehend verändert, über ausgesprochen entseuchende Wirkungen ist aber nichts bekannt[4]).

β) Abbrennen

Das Abbrennen der Pflanzenreste bei Neukultivierungen und nach Einbringung der Ernte (vgl. das indische „rab"verfahren)[5]) ist auch ein uraltes Kulturverfahren. Das Waldbrennen ist in kulturfernen Gegenden bis in die jüngste Zeit üblich[6]); auf dem Boden (Erdbrennen) wird Holz, Stroh, Ernterückstände u. ä. ausgebreitet und abgebrannt[7]). Die entstehende Holz- bzw. Pflanzenasche wirkt düngend, die Temperaturerhöhung an der Oberfläche kann die chemischen, physikalischen und mikrobiologischen Bodeneigenschaften verbessern und dort lebende Schädlinge vernichten; vor allem werden die an den Pflanzenresten sitzenden Parasiten und Schädlinge unschädlich gemacht, wie z. B. *Ophiobolus graminis, Cercosporella herpotrichoides;* andererseits werden durch das Bodenbrennen aber wertvolle Humusstoffe und zahlreiche nützliche Insekten (Überparasiten) vernichtet. Die Wirkung dieser Maßnahme selbst gegen relativ oberflächlich liegende Parasiten ist im allgemeinen nur gesichert, wenn eine Erwärmung auf 60—70° C bis auf etwa 10 cm Tiefe erfolgt und entsprechende Zeit vorhält[8]). Daher ist ein gründlicher Erfolg

---

[1]) Hagan, S. R., (D. i. d. Ananasfelder v. Hawaii herrsch. Bodentemp. u. i. Bez. zu Nema. *Het mar.*) Soil Sci. **36**, 1933, 83.

[2]) Grooshevoy, S. E., Levykh, P. M. u. Mallieva, E. I., (Meth. of desinf. seed bed soil by nat. sources of heat.) (Bull) Vses. Inst. Tab. i. Makhor. Promyshl Krasnodar **141**, 1940, 49—61.

[3]) Jones s. S. 155[12]); Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]).

[4]) Vgl. S. 160[11]).

[5]) Mann, H. H., Joshi, N. V. a. Kanitkar, N. V., The „rab"system of rice cultiv i. West.India. Mem. Dep. Agr. India, Chem. Ser. **2**, 1912, 141; Thompstone, E., Agr. Jl. India **11**, 1916, 204—205.

[6]) vgl. Stebutt, A., Lehrb. d. allg. Bodenk. Berlin 1930.

[7]) Peters, L. u. Schwartz, M., Krankh. u. Besch. d. Tabaks. Mitt. Biol. Reichsanst. **13**, 1912, 18; Parks, T. H., Fall pract. to destroy cereal crop insects. Mthly. Bull. Ohio Agr. Exp. Sta. **35**, 1918, 333—336; Yucht, H., Kiefernspannerbek., Z. angew. Ent. **11**, 1925, 234; Goesch, Wendt, Guderian, Grünberg in D. Dtsch. Forstwirt. **11**, 1929, 69, 139, 573; Chowdhury, S., Dis. of Pan (Piper betle) in Sylhet, Assam. IV. *Rhizoct.* root rot. Proc. Ind. Ac. Sci. B. **20**, 1944, 229—244; ders., V. Sclerotial wilt. Proc. Ind. Ac. Sci. B. **22**, 1945, 185—190.

[8]) Garret s. S. 144[1]).

des Bodenbrennens nicht immer zu erwarten, sondern man begnügt sich mit einem Teilerfolg.

Regelmäßiges Abbrennen vermindert die Graseulenkalamitäten; dies geht daraus hervor, daß diese seit Unterlassen des Abbrennens in England zunahmen[1]). Abbrennen von Busch und Blockholz soll gegen *Pseudomonas tabaci* schützen[2]). Die Unterstützung des Abbrennens durch Aufgießen von Benzin, Schweröl oder das Abbrennen allein mit diesen Mitteln versagt häufig wegen zu geringer Tiefenwirkung, so gegen *Sclerotium rolfsii*[3]), *Rhagoletis cerasi*[4]), *Leptinotarsa decemlineata*[5]). Gegen letztere versagte auch der Einsatz von Flammenwerfern, der bei genügend starker Erhitzung gegen *Sclerotium rolfsii* erfolgreich sein soll[6]). Abbrennen von Thermit versagte gegen *Synchytrium endobioticum*[7]). Abbrennen der Pflanzenreste hat sich, kombiniert mit anschließender Behandlung des Bodens mit einem Fungizid, bewährt[8]). Erhitzen der Bodenkrume mit Hilfe eines fahrbaren Gerätes bewährte sich nicht, sondern kann sogar zu einer Verschlechterung der Wasseraufnahme der Bodenoberfläche führen[9]).

γ) Trockene Erhitzung

Trockene Hitze wird zur Entseuchung kleiner Bodenmengen in Pfannen (bzw. über Heizröhren, Feuer oder Aschenplätzen gelegten Eisenblechen), selbstgemauerten, mit Heizrost, Luftleitungen und Backraum versehenen Öfen (Warburton baking apparatus), festen (oder fahrbaren) Spezialöfen (z. B. System Holmes oder Sterilatum) verwendet (baking)[10]). Die Gefahr der Zerstörung der Bodenkolloide und der Verschlechterungen der Kultureigenschaften ist bei diesem, die Bodenschädlinge sehr gründlich vernichtenden Verfahren ziemlich groß[11]); der Boden muß hinreichend feucht sein, um Kolloid-

---

[1]) Vgl. Rostrup, E. u. Thomsen, Die tier. Schädl. d. Ackerb. Berlin, Parey 1931.

[2]) Berthold, Th., Z. Verhütung d. Wildf.krankh. im Tabaksaatb. Mitt. D. Landw. Ges. **47**, 1932, 784—785.

[3]) Milbrath, D. G., Treatm. of soil f. prevention of pl. dis. Dep. Agr. St. Calif Mo. Bull. **18**, 1929.

[4]) Wiesmann, R., Unters. ü. Lebensgesch. u. Bek. d. Kirschfliege. Landw. Jahrb. Schweiz **47**, 1933, 751.

[5]) Feytaud, J., Et. s. l. doryph. et l. moyens d. l. détruire. Ann. Epiphyt **9**, 1923, 209—306; ders., L. lutte contr. l. doryph. C. R. Ac. Agr. Fr. **9**, 1923, 77, 271, 292, 336; Boischot, P., L. désinf. d. sols, ses applic. en cult. marach. C. R. Ac. Sce. 1927, 260. [6]) Chowdhury 1945, s. S. 159[7]).

[7]) Köck, G. u. Greisenegger, K., Kart. krebsvers. Neuh. a. d. Geb. d. Pfl.-Schutzes **26**, 1933, 122—123.

[8]) Bertus, L. S., A sclerot. dis. of ground nut caus. by *Scl. rolfsii*. Ceylon Agr. **1927**, 40—42.

[9]) Gifford, C. M., The damp. off of conif. seedl. Vermont Exp. Sta. Bull. **157**, 1911, 143—171; Anon., The breaking up grassl. Rothamst. Exp. Sta. Rep. 1915/17, 1918, 9—12.

[10]) Bewley, W. F., Pract. soil steriliz. w. spec. ref. to glassh. crops. Min. Agr. Fish. Bull. **22**, 1931, 17—22; ders., Pract. steriliz. by heat of small quantit. of soil. Jl. Min. Agr. **36**, 1929, 623—634; Schoevers, T. A. C., Grondontsmetting. Versl. Mededeel. Pl.ziektenk.Dienst **63**, 1931, 26; Schwartz, G., Bodendämpfung als Kulturfakt. z. Bodenverb. i. Gartenb. Z. Pfl.krankh. **42**, 1932, 215; Kotte, W., Die Krankh. d. Gemüsepfl. Berlin, Parey 1944.

[11]) Richter, L., Üb. d. Veränd., w. d. Bod. d. Sterilis. erleidet. Landw. Vers. Sta. **47**, 1896, 269; Rahn, O., Bakt. Unters. üb. d. Trocknen d. Böd. Zentr.bl. Bakt. 2. Abt. **20**, 1908, 38—61; Ritter, G., D. Trocknen d. Erden. Zentr.bl. Bakt. 2. Abt. **33**, 1912, 116; Kelley, W. P. a. McGeorge, W., T. eff. of heat

zerstörung zu verhüten[1]). Es muß daher mit noch größerer Umsicht als die Bodendämpfung angewendet werden. Alle Teile des Bodens sollen mindestens 10 Minuten 82° C halten. Eine Erhitzung über 100° C muß durch schwache Feuerung und wiederholtes Umsetzen des Bodens auf jeden Fall vermieden werden, Temperaturen von 70° C genügen bereits zur Vernichtung von Nematoden und Pilzen[2]); das letztere Verfahren hat den Vorzug, daß der behandelte Boden alsbald verwendet werden kann, während nach dem baking-Prozeß die Erde sich durch sechswöchige Lagerung erholen soll. In Gewächshäusern kann *Heterodera marioni* durch mehrtägige Heizung auf 71° C Luft bzw. 65° C Bodentemperatur vernichtet werden[3]).

Die natürliche Erhitzung des Bodens bei neueren Verfahren der Kompostbereitung (Heißkompost)[4]) reicht zur Abtötung verschiedener Schädlinge aus, wenn die Temperatur einige Stunden über 50° bzw. 48 Stunden auf 45° kommt, so gegen *Thielavia basicola* und *Sclerotinia sclerotiorum*.

δ) Erhitzung des Bodens mit elektrischen Geräten

Gegenüber der Verwendung von Feuerungsgeräten hat die Erwärmung des naturfeuchten Bodens mittels elektrischer Wärmegeräte den Vorteil einfacher Bedienung und genauer Regelung der Behandlung nach Stärke und Dauer[5]). Der hohe Stromverbrauch solcher Geräte (30—350 kW/cbm) beschränkt ihre Anwendung aber auf kleine Bodenmengen, da in Betrieben normalerweise die entsprechenden Zuleitungen fehlen und die Anwendung unwirtschaftlich würde[6]). Zwei verschiedene Arbeitsweisen wurden erprobt: Elektrodenentseucher und Elementenentseucher.

1. Elektrodenentseucher nützen die Erwärmung des Bodens infolge seines Eigenwiderstandes gegen Stromdurchgang aus. In nicht weitergeführten Versuchen mit Starkstrom (500 V) war eine Bodenerhitzung mit geringem Stromaufwand möglich[7]). Bei dem sog. Ohiosystem[5]) wird der Boden in einen Kasten gebracht (Inhalt ca. 0,07 cbm), dessen beide Stirnseiten bei einem Plattenabstand von 50 cm einen, über einen Handschalter an das Netz angeschlossenen Metallbelag tragen: Einrichtungen mit horizontalliegenden Elektroden, die bei hohem Stromverbrauch (57—156 kW/cbm) Temperaturen von 99° C erreichten, wurden ebenfalls erprobt[8]).

---

on Hawaian soils. Haw. agr. exp. Sta. Bull. **30**, 1913; Waksman, S. A. a. Starkey, R. L., Part. steril. of soil, microbiol. activ. a. soil fertil. Soil Sci. **16**, 1923, 137—156 247—268; Düggeli, M., D. Einfl. d. Austr. a. d. Bakt. d. Bodens. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **38**, 1929. [1]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[2]) Peters u. Schwartz s. S. 159[7]); Gandrup, J., Overaaltjes en achterlijke tabaksbibit. Meded. Besekisch Proefst. **39**, 1925, 10—14.

[3]) Anon., Kent. St. Rep. 1929, 36, 37, 40.

[4]) Grooshevoy, S. E. u. Levykh, P. M., (The possibil. of obtain. seedbed soil free fr. inf. in compost heaps). Bull. Vses. Inst. Tab. i. Makhor. Promysl Krasnodar **141**, 1940, 42, 48; dies. u. Malieva s. S. 159[2]). [5]) Newhall s. S. 148[5]).

[6]) Johnson s. S. 148[2]). [7]) Dix u. Rauterberg s. S. 157[4]).

[8]) Kroft, W. G. v. d. en Groen, J. v., Een nieuwe toepassing van electriciteit ter bevordering van den plantgroei. Ons Tijdschrift **13**, 1933, 65–68; Muyzenberg, E. W. B. v. d. en Roghair v. Rijn, J. J. F., De grondontsmetting door middel van electriciteit. Meded. Landbouwhoogesch. Verh. **4**, no. 40, 1937, 1—30.

Der Grad der Erwärmung wird bei diesem System erhöht durch die Dichte der Packung des Bodens (um guten Stromdurchgang zu sichern, muß der Boden den Elektroden eng anliegen), durch den Feuchtigkeitsgehalt (am günstigsten etwa $^2/_3$ der Wasserkapazität) und dem Gehalt an löslichen Salzen (Aufgießen von Mineraldüngerlösung, unbedingt nötig im Sand wegen dessen geringer Leitfähigkeit). Bei der Dosierung der Wärme ist zu berücksichtigen, daß die dafür entscheidende Stromstärke bei 80° ceteris paribus etwa doppelt so hoch ist wie bei 20° (bzw. dreimal so hoch wie bei 0°). Die Beziehung zwischen Leitfähigkeit und Temperatur läßt sich durch die Formel $J_t/J_{100} = \beta\ (100—t)$ ausdrücken (J Ampere bei t bzw. 100° C, $\beta = 0{,}0073$)[1]). Eine Überhitzung des Bodens ist bei diesem Verfahren infolge der zunehmenden Austrocknung und der damit verbundenen Verminderung der Stromstärke praktisch unmöglich.

Um doppeltes Umsetzen zu vermeiden, wurden Verfahren zur Entseuchung des Bodens in situ vorgeschlagen, die aber praktisch keine größere Bedeutung zu erlangen scheinen. (Wegziehbare oder einzupressende Elektroden, Stromverbrauch 26—53 kWh)[2]). Wegen des hohen Stromverbrauchs und der hohen, für die Bedienung gefährlichen Spannung, sowie des schwierigen Arbeitens hat sich der Elektrodenentseucher kaum eingeführt.

2. Elementenentseucher nutzen die Heizwirkung von Widerstandselementen aus, heizen also indirekt[3]). Die üblichen Heizkabel im Boden sind für so starke Erhitzung unbrauchbar. Ein einzugrabendes Heizgitter aus Eisenrohr, das nach dem Induktionsprinzip durch einzelne Kupferwicklungen erwärmt wird, ist für die Praxis nicht geeignet. Als brauchbar erwiesen sich folgende Geräte:

a) In Gewächshausbeeten und auf Tabletten eingegrabene, röhrenförmige Heizelemente (1 m lang je 400 Watt, in Abständen von etwa 20 cm). Ebenso tragbare Kleingeräte nach dem gleichen Prinzip und solche mit seitlich angebrachten Heizplatten (New York-System).

Bei der Temperaturregelung muß auf die Gefahr örtlicher Überhitzung in der Nähe der Heizelemente geachtet werden — in USA sind Größen von 0,07—1,4 cbm Fassung bzw. 0,75—3 kW Stromaufnahme im Handel —, vor allem, wenn der Boden austrocknet. Die Erfolge sind gut. Jedoch schlugen auch bisher die Versuche fehl, die Methode zur Entseuchung von Boden in situ durchzuführen, weil hierfür unökonomische Längen von Heizelementen nötig würden. Eine Verkleinerung ihrer Oberfläche erhöht die Gefahr örtlicher Überhitzung.

Zur Ausschaltung von *Pythium* sp., weniger durchgreifend gegen *Rhizoctonia* sp. und *Botrytis* sp. ohne Verschlechterung der Bodeneigenschaften kann langsam im

---

[1]) Muyzenberg a. Roghair v. Rijn s. S. 161[4]).

[2]) Krueger, W. C., El. uses in the greenh. Agr. Eng. St. Joseph Mich. **16**, 1935, 475—478.

[3]) Newhall s. S. 148[5]); ders. a. Nixon, M. W., Disinf. soils by el. pasteuriz. Corn. Univ. agr. exp. Sta. Bull. **636**, 1935 (Lit.!); Tavernetti, J. R., Characteristics of the res. type soil sterilizer. Agr. Eng. St. Joseph Mich. **16**, 1935, 271–274; Blauser, J. P., Soil steriliz. by electricity. Agr. Eng. St. Joseph. Mich. **16**, 1935, 436–438, 440; Krueger s. S. 162[2]); Cameron-Brown, C. A., El. heating f. hortic. purp. Jl. Min. Agr. **44**, 1937, 552–561; Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

geschlossenen Gefäß auf 45—50° C derart erhitzt werden, daß nach Abschalten des Stromes diese Temperatur längere Zeit erhalten bleibt[1]).

b) Kombination elektrischer indirekter Erwärmung und Dampferzeugung[2]) hat sich gut bewährt. Zur Entseuchung von kleinen Erdmengen in Töpfen und Kästen sind elektrisch beheizte Sterilisierschränke brauchbar. Um kleine Bodenflächen in situ zu behandeln, wurde eine elektrische Dämpfpfanne konstruiert (vgl. S. 161).

c) Ein elektrisch beheiztes Gerät zur laufenden Entseuchung (Hutchings continuous electric soil pasteurizer) von Böden mittlerer Feuchtigkeit besteht aus einem endlosen, 15 cm breiten, motorgetriebenen (⅓ PS) Förderband, das Boden in 1,5 cm hoher Schicht durch einen isolierten Raum von 160 cm Länge fördert; in diesem ist unter dem Band eine Stahlplatte angebracht, die durch mehrere Heizelemente (zusammen 5,3 kWh) erwärmt wird. Darüber sind 6 Heizsonnen (effektive Stromaufnahme bei 205 V 4,625 kWh) angebracht. Innerhalb von 5 Minuten erreicht die Erde 65—80° C und bleibt in Haufen bis zu 50° eine Stunde lang warm. Die Stundenleistung beträgt etwa 0,2 cbm, der Stromverbrauch (nach der Anheizzeit) etwa 50 kWh/cbm[3]). Als besonderer Vorteil dieses Systems wird die Vermeidung länger dauernder hoher Erhitzung hervorgehoben.

b) Heißwasser

Zur Entseuchung kleinster Bodenmengen in Blumentöpfen oder Kästen kann Eintauchen in kochendes Wasser genügen, wobei alle Teile des Bodens mindestens 71° C erreichen sollen, 10-cm-Töpfe erfordern etwa 5 Minuten, für je 1,25 cm größeren Durchmesser je 2 Minuten mehr, Kästen längere Zeit[4]). In Waschkesseln mit eingebauten Zwischenböden können mehrere Töpfe gleichzeitig behandelt werden[4]). Zur Abtötung von *Pythium debaryanum* und *Rhizoctonia* wie auch *Heterodera schachtii* genügt 5 Minuten Eintauchen in Wasser von 98° C bzw. Durchgießen der (20-cm)-Töpfe mit 3,5 l Wasser von dieser Temperatur[5]).

Die jüngeren Larvenstadien von *Popillia japonica* werden durch 30—60 Minuten (je nach Monat und Entwicklung) Behandlung mit Wasser von 45° C abgetötet (Wurzelballen)[6]).

Im übrigen hat das Gießen von kochendem Wasser auf größere Flächen nur sehr begrenzten Wert, da es sich in Berührung mit dem Boden rasch abkühlt; es ist unwirtschaftlich, weil die gleiche Wassermenge in Dampfform dem Boden etwa 6,5 mal so viel Wärmeeinheiten zuführt als kochend in flüssiger Form[7]). Kleinste Bodenmengen können durch halbstündiges Erhitzen im Kochtopf entseucht werden[8]).

Das Gießen mit kochendem Wasser ist nur für kleine wertvolle Erdmengen in Kästen [0,7—1 l kochendes Wasser je 1 l trockener Boden[2]) [5])] anzuraten. Die Anwendung in Gewächshäusern tötet in aufgelockertem Gewächshausboden

---

[1]) Horsfall, J. G., Pasteurizing soil electr. to contr. damp. off. N. Y. agr. exp. Sta. Bull. **651**, 1935. [2]) Newhall s. S. 148[5]).

[3]) Newhall s. S. 148[5]); vgl. auch Tavernetti, J. R., A contin. soil pasteurizer. Agr. Eng. St. Joseph Mich. **23**, 1942, 255—256, 261.

[4]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]).

[5]) Byars, L. P. a. Gilbert, W. W., Soil disinf. by hot water to contr. the root knot nema. a. par. fungi. U. S. Dept. Agr. Bull. **18**, 1920; Zimmerly, H. a. Spencer, H., Hot water treatm. f. nema. contr. Virg. Truck exp. Sta. Bull. **43**, 1923, 267—278.

[6]) Fleming, W. E. a. Baker, F. E., Hot wat. as an insectic. f. t. jap. beetle in t. roots of nurs. stocks. Jl. ec. Ent. **21**, 1928, 818—822.

[7]) Peters u. Schwartz s. S. 159[7]).

[8]) Russel, E. J., The part. steriliz. of soils. Jl. Hort. Soc. **45**, 1920, 237—246; Robb, C. J., Contr. of nema. Ont. Dep. Agr. 21 Rep. Veg. gr. Ass. **1925**, 1926, 41–43; Trappmann, W., Schädl.bek. i. Gewächsh. Flugbl. Biol. Reichsanst. **104** bis **108**, 1933.

Heterodera marioni bis auf 60 cm Tiefe ab, da bei Verwendung von etwa 3 l siedendem Wasser auf 1 qdm (bzw. 3,3 l) Boden die Temperatur nach 9—24 Stunden über 47° C bleibt[1]). Aber dies ist unwirtschaftlich. Zur Entseuchung des Untergrundes nach Abtragung der Nematoden-verseuchten Krume können 10 l/qm kochendes Wasser mit Erfolg verwandt werden[2]), während Wasser von 60—70° C ungleichmäßige Resultate liefert. In Sandboden werden Nematoden nur bis 7,5 cm Tiefe getötet.

c) Dämpfen

Die Behandlung des Bodens mit Wasserdampf kann als eines der wirksamsten und besten Verfahren zur Bodenentseuchung in Gewächshäusern, Frühbeeten und in Gartenland angesehen werden. In der Praxis Amerikas, Englands, Hollands und Belgiens hat es sich allgemein früher eingeführt als in Deutschland. Richtig angewandt, wirkt das Dämpfen in gleicher Weise bacterizid, fungizid, nematozid und insektizid, und vernichtet auch die im Boden befindlichen Unkrautsämereien. Es erfordert aber in jedem Falle das Vorhandensein bestimmter, wenn auch notfalls primitiver Einrichtungen zur Dampferzeugung und Dampfverteilung[3]).

α) Dampferzeugung

Um eine Bodenfläche von 1 qm bis zu einer Tiefe von 25—30 cm zu entseuchen, wird eine Dampfmenge von 50 kg/Stunde bzw. eine Heizfläche von 3 qm gerechnet. [Brennstoffaufwand von 4—9 kg Steinkohle je nach der erwünschten Endtemperatur bzw. 80—100 kg Dampf je cbm Boden, bzw. Dämpfzeit von 25–30 Minuten bei einem Verbrauch von 20 kg Steinkohlenbriketts je qm[4])]. Die Entseuchungsleistung ist nicht durch den Druck, sondern durch

---

[1]) Arruda, S. C., Obs. sobre alg. doencas do Eucalipto no Est. d. Sao Paolo. Biologico **9**, 1943, 140—144. [2]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]).

[3]) Selby, A. D. a. Humbert, J. G., Meth. f. soil steriliz. f. pl. beds a. greenh. Ohio agr. exp. Sta. Circ. **151**, 1915, 65—74; Taubenhaus, J. J., Dis. of greenh. crops a. th. contr. N. York, 1919; Elveden, V. A., A contrib. to the invest. i. the res. of part. steriliz. of the soil by heat. Jl. Agr. Sci. **11**, 1921, 197—209; Hunt, N. R. a. O'Donnel, F. G., Soil temp. und. a steam pan. Phytopath. **12**, 1922, 53; Parker, T., The suppression of ins. pests a. fung. dis. The fumig. a. disinf. of glassh. Bur. Biol. Techn. Bull. **8**, 1923, 244—248; ders., Gen. princ. relat. to the contr. of ins. pests a. fung. dis. Hort. Trade Jl. **1926**; Anon., Steriliz. soil contr. dis. Ohio St. Bimo. Bull. **10**, 1925, 169; Slogteren, E. v., Het sterilis. v. de grond d. midd. v. stoom. Weekbl. v. Bloembollencultuur **37**, 1926, 76—79, 85—86; Shewell-Cooper, W. E., Soil sterilization, an easy method. Fruit Grower **66**, 1928. 719; Bewley, E. F., Pract. soil steriliz. by heat f. glassh. crops. Jl. Min. Agr. **33**, 1926, 297; ders., Dis. of glassh. pl. London 1928; Schoevers, s. S. 160[10]); Berthold, s. S. 160[2]); Dänhardt, W., Erdsterilis. in Gewächsh. d. Dämpfen. Gartenwelt **35**, 1931, 494—496; Liesau, O. F., Z. Biol. v. *Did. lycop.* d. Err. d. Tomatenkrebskrankh. Phytopathol. Z. **5**, 1933, 37; Schwartz, G., Bodenregeneration d. Dampfbeh. gärtn. Kulturpfl. II. D. Wärmeverteilung im Boden. Gartenb.wiss. **7**, 1933, 646—672; Muyzenberg, E. W. B. v. d., Grondontsmetting; Lawrence, W. Y. C. a. Newell, J., Seed a. pott. composts w. spec. ref. to soil steriliz. 1945; Johnson s. S. 148[2]); Skillman, E., Soil steril. Brit. Fmg. Mechaniz. **1**, 1949, 232–253, 288–289.

[4]) Newhall, A. G., Theory a. practice of soil steriliz. Agr. Eng. St. Joseph Mich. **16**, 1935, 65—70; Sluner, A. H., Appl. of steam in the steriliz. of soils. U. S. Dept. Agr. Techn. Bull. **443**, 1943; Johnson s. S. 148[2]); Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]); Muyzenberg s. S. 164[3]); Kotte s. S. 160[10]); Schwartz s. S. 164[3]).

die Dampfmenge bestimmt. Es kann, abgesehen von primitiven Hilfsmitteln, (s. S. 169) entweder in Hochdruckkesseln mit Heißdampf oder in Niederdruckkesseln mit Sattdampf gearbeitet werden. Nach deutschen Erfahrungen sind erstere für die Bodendämpfung weniger geeignet[1]). Sie erfordern zuviel Wartung. An der Eintrittsstelle des Dampfes besteht Überhitzungsgefahr. Hinsichtlich der Tiefenwirkung bietet der Überdruck keinen Vorteil, da der Dampf in lockeren Boden dadurch eindringt, daß er sich an den kalten Bodenteilchen kondensiert, und der so entstehende Minderdruck ihn tiefer in den Boden zieht[2]).

a) Hochdruckkessel, wie sie in der Heizindustrie verwendet werden, arbeiten mit Dampfdrucken von über 0,5 kg/qcm; sie bedürfen dauernder Wartung und unterliegen besonderen Überwachungsbestimmungen und müssen mindestens alle 5 Jahre revidiert werden. In Holland werden z. B. sowohl stationäre Kessel mit Heizflächen von 50—100 qm, Heizdruck 6—12 kg/qcm, Leistung 20—30 kg Dampf/qm H.Fl./Stunde, Kohlenverbrauch 2,5—4 kg/qm H.Fl.), auch als transportable Kessel (sog. Leihkessel in Holland) mit 25—50 qm H.Fl. (Leistung 14—28 kg/qm H.Fl. mit 2—4 kg/qm Kohleverbrauch) verwendet. Letztere sind fahrbar oder aber auf Fahrzeugen, in Holland auf Kähnen, montiert.

b) Niederdruckkessel, die mit Dampfdrucken unter 0,5 kg/qcm meist 0,1 bis 0,2 kg/qcm arbeiten; sie erzeugen bei einer Heizfläche von 20—30 qm etwa 15 kg Dampf/qm H.Fl./St. (stehender Kessel), bedürfen keiner ununterbrochenen Wartung und unterliegen nicht den Revisionsbestimmungen. Es gibt kleinere (liegende) Kessel bis zu einer Heizfläche von 1,25—5 qm, jedoch sind Kessel unter 4 qm H.Fl. für größere Betriebe unwirtschaftlich; fahrbare Kesselanlagen sind vielfach besonders für die Erddämpfung entwickelt worden (Kleindämpfkolonnen).

Die Wahl des geeigneten Kessels hängt von der geforderten Leistung, der Möglichkeit zu anderweitiger Ausnutzung (Verwendung des Warmwasserheizkessels als Dampfbereiter) ab. Stationäre Anlagen, insbesondere Hochdruckkessel eignen sich nur für Großbetriebe. Auch kleinere Anlagen werden durch Einzelbetriebe oft nicht hinreichend ausgenutzt, so daß diese der Lohndämpfung den Vorzug geben (Holland, Deutschland). Auf richtige Pflege und Wartung der Dampferzeuger muß besonders hingewiesen werden, da richtige Feuerung und gleichmäßige Dampferzeugung die Voraussetzung jedes Erfolges bei der Bodendämpfung sind.

Die Dampfzuführung zu den Dämpfgeräten soll möglichst kurz und gut isoliert sein, um jede überflüssige Kondenswasserbildung, die zur Verschlämmung des Bodens führen kann, zu vermeiden.

β) Dämpfeinrichtungen

sind verschieden, je nachdem lagernder Boden (Parzellen, Kompost und Erdhaufen, Frühbeete, Gewächshäuser) gedämpft, oder die Erde bewegt und in die Dämpfeinrichtung gefüllt wird. Die festen und laufenden Kosten der Verfahren sind verschieden.

---

[1]) Kotte s. S. 160[10]).

[2]) Polak, M. W., Het sterilisieren van de grond door middel van stoom. Medel. Landbouwhoogeschool **17**, 1919, 91–108 u. a. m. [3]) Muyzenberg s. S. 164[3]).

[4]) Noll, J., Bodendämpfgeräte f. bewegte Erdmengen. Der Obst- und Gemüsebau 1936, 89—90; Quantz, J. J., Eine neue Erd-Kleindämpfkolonne. Gartenwirtschaft 1937; Noll, J. u. Quantz, J. J., Beitr. z. Fr. d. Bodendämpfung. Sitzber. Abh. Flora Dresden **41/42**, 1938, 12—41 u. a. m.

A. Folgende Gerätetypen zur Dämpfung unbewegter Erdmengen sind zu unterscheiden:

I. Dämpfung von der Oberfläche aus: Kastenverfahren (Pfannen-, Kappen-, Trogverfahren, inverted pan, tray method).

II. Dämpfung vom Bodeninneren aus:

1. durch bewegliche Einrichtungen;

a) mit vertikaler Dampfzuleitung: Spieß- (spike), Rechen- (rake), Eggen- (harrow) und Kasteneggenverfahren,

b) mit horizontaler Dampfzuleitung: Rost- (small grid) und Röhrenverfahren (perforated pipe method).

2. durch festverlegte Einrichtungen: Dränageverfahren (Draintiles, buried tile method).

I. Im Kastenverfahren werden transportable flache Kästen oder Tröge (z. B. 210 × 305 × 15—22,5 cm) aus Eisenblech oder Holz, das innen oder mindestens am Rand mit Blech beschlagen ist, über den zu behandelnden Boden gestülpt, die Seiten gut abgedichtet, und der Dampf durch einen oder mehrere Zuleitungsstutzen eingeführt. Etwa 25 cm tiefe Kästen sind zu bevorzugen, wenn die an sich mäßige Tiefenwirkung verbessert werden soll.

Ein Nachteil ist starke Kondenswasserbildung an den Wänden. Holzverkleidete Kästen sind wegen der besseren Isolierung vorteilhafter. Die Haltbarkeit der Kästen beträgt 2—6 Jahre. Der Anschluß der Kästen kann in festen Anlagen auch von Zapfstellen der Dampfhauptzuleitung aus durch starre Verbindungen erfolgen.

Schwere Kastentypen erlauben das Arbeiten mit erhöhtem Dampfdruck und verbessern die Tiefenwirkung; notfalls müssen die Kästen beschwert werden. Bei Verwendung kleinerer Kastentypen können gleichzeitig zwei Kästen aus einer Zuleitung über einen T-Verteiler mit Dampf beschickt werden. Sollen die Kästen bis zur Abkühlung des Bodens liegenbleiben, so sind bei fortlaufendem Betrieb mehrere (6) Kästen nötig. Für Großbetriebe sind mechanisch hebbare, bewegliche Kasteneinrichtungen bestimmt, so für Gewächshäuser durch Ketten an eine Laufkatze befestigte Kästen (5—6 × 1,5—2,4 m) (Darrow hanging pan), für das Freiland Einachskarren mit Hebevorrichtung oder mit Hebevorrichtung ausgestattete Wagen (Kastengröße 2,4 × 3,6 m) (Miller one man underslung pan).

Vorteile des Verfahrens sind relativ arbeitssparende Handhabung und vorzügliche Erhaltung der Bodengare vor allem auf Lehmboden. Nachteilig ist die begrenzte Tiefenwirkung bei mittleren Dämpfzeiten, wenn auch bei längerer Dämpfdauer bis in 30 cm Tiefe Temperaturen von 90—95° erreicht werden können, und die Notwendigkeit, Wände, Heizrohre, Pfähle u. ä. zusätzlich chemisch zu entseuchen. Die Pfannen können zwar mit schwachen Drucken (unter 1 kg/qcm) bedient werden[1]), arbeiten aber mit Niederdruck unsicher.

Durch kombinierte Formalin-Dampfbehandlung wird der Wirkungsgrad erhöht[2]). Eine bewegliche Einrichtung umfaßt auf einem Lastkraftwagen einen Dampf-

[1]) Newhall s. S. 164[4]).

[2]) Vgl. hierzu S. 230; Beachley, K. G., Comb. heat a. formald. f. soil treatm. Penns. agr. exp. Sta. Bull. **348**, 1937; Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

kessel (Ölbrenner) mit 1 PS Gasmotor, Öl- und Flüssigkeitspumpe und Gebläse und drückt während des Dämpfens Formalin in den Kasten ein. Auf schweren Böden können dadurch die Dämpfzeiten von 60 auf 20 Minuten vermindert werden; der Boden ist nach 24 Stunden bestellbar. Auf leichten Böden ist der Vorteil geringer.

II. 1a) Im Spieß- bzw. Eggenverfahren wird der Dampf durch vertikale Hohlröhren bzw. Röhrensysteme mit mehreren (6) Düsen (Öffnungen) von 3,5 mm Weite in den Boden geleitet.

Im Spießverfahren werden mehrere einzelne Rohre (mit 2,5 m langen frei beweglichen Verteilungsrohren und Zu- und Austrittsstutzen) verwendet.

Bei den Rechen- und Eggenverfahren sind die Hohlzinken starr miteinander verbunden. Bei ersterem sind an einem 1—2 m langen Querrohr mehrere Zinken kammartig befestigt, wobei die Dampfzuleitung in der Mitte des Querrohres erfolgt; je nach Größe sind 12, 32 und mehr Hohlzinken an einem System seitlich verbundener, paralleler Röhren angebracht, so daß ein eggenartiges Gebilde entsteht. Die Entfernung zwischen den mit Düsen versehenen Hohlzinken beträgt 10—13 cm (nicht über 15 cm, wenn auf verläßliche Arbeit Wert gelegt wird), ihre Länge 15—30 cm. Durch Abwechseln von Hohlzinken verschiedener Länge kann eine gleichmäßige Verteilung in größeren Bodentiefen erreicht werden. Zur Sicherung eines gleichmäßigen Dampfausstoßes in der Egge wird empfohlen, die Verbindungen zwischen dem Rahmen und den Querbalken abwechselnd, auf den beiden Seiten versetzt, als volle Öffnung und als enge Druckausgleichsbohrung zu gestalten[1]). Dampfeggen benötigen einen Dampfkessel von mindestens 8 qm H.Fl. Bei Kasteneggen (Patent v. F. Macen, Brimsdown Middlesex Engl.) ist über das „Eggensystem" ein Kasten gebaut, der den mit der Zeit aus dem Boden entweichenden Dampf auffängt und dem Boden wieder zuführt.

Im Spieß- und Rechenverfahren beträgt die Reichweite der 45 cm tiefen Einstiche nach einer Dämpfdauer von 10—15 Minuten 20—25 cm, so daß die Einstiche in Entfernungen von 40—50 cm wiederholt werden. Mittels einzelner bis 60 cm langer Hohlspieße kann auch in unmittelbarer Nähe von Mauern und Pfosten gedämpft werden, so daß deren Nachbehandlung mit chemischen Mitteln unterbleiben kann; die Einstichstellen sind mit Lappen u. ä. am Boden abzudichten, um ein Entweichen des Dampfes durch das Einstichloch zu verhüten. Nach längeren Dämpfzeiten entweicht auch bei Dämpfeggen der Dampf längs der Hohlzinken, so daß eine Verlängerung der Dämpfzeiten über eine halbe Stunde keine Verbesserung der Entseuchungswirkung mit sich bringt. Besonders in schweren Böden haben diese Verfahren den Nachteil, daß der Boden an den Hohlzinken verschlämmt. Durch leicht konische Gestaltung der Zinken und Anbringung eines kegelförmigen Metallkragens an jeder Zinke kann das Entweichen des Dampfes verhindert werden. Weitere Nachteile sind die Gefahr, daß sich bei Nachlassen des Dampfdruckes die Düsen der Hohlzinken mit Bodenschlamm versetzen, und die geringere (etwa halb so große) Tiefenwirkung, die durch Verwendung der Kasteneggen erheblich verbessert werden kann.

[1]) Schwartz, s. S. 164[3]).

Auf schweren Böden wirken sich diese Nachteile besonders aus. Die Methode wird daher nur für leichte Böden in USA empfohlen.

b) Beim Rostverfahren wird ein kammartiges System verwendet, das aus einem 2,4—3 m langen Verteilrohr besteht, das etwa 8 Düsenrohre von 60 bis 75 cm Länge in Abständen von 25—30 cm trägt. Der Rost wird in einen entsprechenden Graben von 40—45 cm Tiefe eingelegt und der benachbarte Boden aufgeschüttet. Zwecks Dampfersparnis empfiehlt es sich, die Seitenwände mit Brettern oder Blechen zu stützen, welche durch einen nach oben zusammenlaufenden Bretterrahmen, mit einem Kasten oder mit Zeltplanen zusammengehalten werden.

15—20 Minuten nach Beendigung der Dämpfung wird der Rost herausgezogen und neu verwendet, die gedämpfte Fläche bleibt aber abgedeckt. Im Dauerbetrieb kann mit mehreren (4) Rosten und (6) Abdeckkästen abwechselnd gearbeitet werden.

Vor dem Einlegen der Roste wird der Untergrund am besten gelockert. Eigentlich wird mit diesem Verfahren nicht liegender Boden behandelt, sondern die ganze Fläche systematisch umgesetzt. Zur Verhütung von Vermischung mit ungedämpftem Boden empfiehlt es sich, die Stirnwand des gedämpften Eckstreifens durch Bretter zu schützen. Nachteile dieses sonst geschätzten Verfahrens ist die Ungleichmäßigkeit der Wärmeverteilung in schweren Lehmböden und die Gefahr der Schlammtrichterbildung und des Dampfverlustes oberhalb der Röhren. Größere Erdhaufen dämpft man wie mit der Dämpfegge.

Bei dem Röhrenverfahren werden einzelne[1]) oder mehrere (5—10) parallele Röhren (Weite 32—50 mm)[2]), 15—30 cm tief in den Boden gegraben, die an der Unterseite 2—3 Reihen von alternierenden, 3—5 mm weiten, schräg nach abwärts gerichtete Öffnungen besitzen. In dem Graben können seitlich zwei Bretter hochkant gestellt und mit Querlatten abgedeckt werden, so daß der Dampf nicht direkt aus dem Rohr in den Boden kommt[2]). Der Abstand zwischen den Röhren soll bei einer Tiefe von 18—20 cm etwa 30 cm, bei einer solchen von 25—40 cm 40—50 cm betragen. Die Röhren sind an einem Ende über einen Krümmer mit kurzen, aus dem Boden ragenden Anschlußrohren versehen, die an ein Verteilrohr von 50—75 mm Weite angeschlossen sind. Ihre Länge beträgt nach amerikanischen Angaben 6—36 m[3]), während in England solche von 2,4—3,5 m vorgezogen werden[4]): ihre Weite schwankt je nach der verfügbaren Dampfleistung zwischen 32 und 50 mm; bei Röhren von über 24 m Länge ist eine Verjüngung von 50 auf 32 mm zweckmäßig. Man kann mit zwei Röhrensätzen arbeiten, deren einer verlegt wird, während der andere im Betrieb ist. Durch geschickte Einteilung der zu behandelnden Fläche läßt sich kontinuierlich arbeiten. Dampfkessel mit mindestens 8 qm H.Fl. sind nötig. Nach etwa 4 Stunden können die Röhren entfernt werden, jedoch soll der Boden weitere 4 Stunden abgedeckt bleiben. Dies Verfahren ist auch

[1]) Polak s. S. 165[2]).

[2]) Melchers, E. L., A meth. of steam steriliz. of soil f. contr. nema. Phytopath. 9, 1919, 294—296.

[3]) Newhall, Chupp and Guterman s. S. 147[1]).

[4]) Bewley s. S. 144[2]).

in feuchtem Boden anwendbar. Durch Einblasen von Schwefelkohlenstoff (s. S. 249ff.) mit dem Dampf lassen sich gute Erfolge erzielen; jedoch ist das Verfahren teuer und wegen der Entzündlichkeit des CS_2 gefährlich[1]).

2. Im Dränageverfahren, das sich für regelmäßige Dämpfungen bei Vorhandensein stationärer Dampfanlagen eignet, sind in der Längsrichtung des Beetes 75—100 mm weite Dränröhren in einer Tiefe von 35—40 cm in Abständen von 45 (40—55) cm (unter der Bearbeitungstiefe!) in den Beeten festverlegt. In der Mitte liegen die 50—75 mm weiten, eisernen Zuleitungsstutzen, die an das Verteilrohr anschließen. 4—5 Dränsysteme, die an den Enden untereinander verbunden sind, können von einer Sammelleitung gespeist werden. Die gleichzeitig behandelte Fläche schwankt zwischen 0,28 bis 1,02 qm je Kesselpferdekraft. Größere Gewächshausflächen werden in mehrere, der Kesselleistung angepaßte Dämpfeinheiten zerlegt. Die Länge der Dränageröhren soll 25—30 m beiderseits der Zuleitung nicht übersteigen. In schweren Böden werden die Dränagen in Schotter oder Kies verlegt. Die Anwendung perforierter Röhren bietet keinen Vorteil. Die Haltbarkeit einer solchen Einrichtung wird auf 12—15, ja bis zu 18 Jahren angegeben, wenn sie sorgfältig verlegt wurde.

Das in Nordamerika weitverbreitete Verfahren hat den Vorteil einer großen und andauernden Tiefenwirkung (nach 3—6stündiger Dämpfung 71° bis in 40—50 cm Tiefe, Temperaturen über 60° halten sich über 27 Stunden)[2]); ferner kann das Dränsystem gleichzeitig zur Lüftung, Bewässerung und Auswaschung von Salzüberschüssen dienen. Allerdings erfordert es hohe Anlagekosten.

B. Zur Dämpfung bewegter Erdmengen dienen Dämpffässer, Dämpfroste und Dämpfgabeln.

1. Als Dämpffässer für kleinere Erdmengen dienen Dampftöpfe oder Sterilisatoren[3]). Behelfsmäßig können aber auch mit Siebeinsatz versehene Waschkessel[4]) oder Futterdämpfer mit geeigneten Einsätzen verwendet werden, die etwa eine Tagesleistung von 1 cbm besitzen. Notfalls können auch andere Gefäße, in deren Bodenteil sich Wasser verdampfen läßt, herangezogen werden. Kartoffeldämpfer bzw. Dämpfkolonnen können verwendet werden, jedoch sind kleinere Dämpffässer (bis zu 400 l) als für Kartoffeln zu verwenden[5]). Zementierte oder gemauerte Tröge [160 × 80 × 50 cm[6])] mit durchlöcherten Röhren auf leicht geneigten Grund und beweglichem Vordereinsatz können an vorhandene Dampfkessel angeschlossen werden.

Transportable Einrichtungen, die nach ähnlichen Grundsätzen wie Kartoffeldämpfkolonnen konstruiert und an einen Niederdruckkessel zum abwechselnden Anschluß von mehreren Dampfkesseln geeignet sind, wurden von verschiedenen Firmen entwickelt; sie besitzen eine Tagesleistung von 5—10 cbm[7]).

---

[1]) Thomas, C. A., The symphylid or greenh. centip. Penns. St. Coll. agr. exp. Sta. Bul. **508**, 1949.

[2]) Brown, H. D. et al., Greenh. soil steriliz. I. Steril. meth. a. pest contr. Purdue Univ. agr. exp. Sta. Bull. **266**, 1922, 1—19.

[3]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]).

[4]) Schwartz s. S. 164[3]).

[5]) Schwartz s. S. 164[3]); Kotte s. S. 160[10]).

[6]) Falconer, A., The partial sterilisation of soil by steam. Gard. Chron. **84**, 1928, 494—495.

[7]) Schwartz s. S. 160[10]) u. 164[3]); Noll s. S. 165[4]); Kotte s. S. 160[10]).

2. Dämpfkästen. Selbstverständlich können auch das Kasten-, Eggen- und Röhrenverfahren zur Dämpfung beweglicher Erdmengen herangezogen werden. Eine hierfür besonders geeignete Vorrichtung besteht aus einem 1—3 m langen Verteilerrohr, an das eine Anzahl 1 m langer Düsenrohre angeschlossen ist (Entfernung 25—30 cm) (small grid method)[1]. Die Einrichtung wird unter eine Kiste ohne Boden bzw. einen Holzrahmen gestellt, in die der Boden eingefüllt und mit einem Segeltuch abgedeckt wird. Zementkästen oder innen mit Eisenblech ausgeschlagene Holzkisten (135 × 90 × 60 cm), die mit Düsenrohren oder -rosten und einem herausnehmbaren Siebboden ausgestattet sind, haben sich bewährt[2].

3. Zur Erleichterung der Umfüllarbeiten kann in Karren gedämpft werden. Diese können in gemauerte, dicht verschließbare Dampfkammern eingefahren werden[3].

Letztere sind mehrzinkige, in eiserne Schiebkarren einzulegende Düsenrohrgabeln, die bereits durch einen Kessel von 2 qm HF ausreichend gespeist werden. Zweckmäßig werden 2 Stück abwechselnd benutzt. Ein etwa 0,75 cbm fassender Dämpfapparat arbeitet mit 5,6 atü Überdruck derart, daß der Boden binnen weniger Minuten auf 100° C erhitzt wird und nach Abstellen des Dampfes 20—25 Minuten die nötige Wärme hält; 80% des Dampfes werden eingespart, und der Boden wird nicht stark durchnässt[4].

Der Arbeitsaufwand für die Dämpfung und Verteilung des Bodens in Häusern kann durch entsprechende Mechanisierung erheblich herabgesetzt werden[5]. Eine Sonderkonstruktion ist die „Pillnitzer Kippkarre" (ein dreirädriges Fahrgestell)[6], ein auf einer Achse montierter, kippbarer Dämpfkasten (131 × 93 × 52 cm = 0,63 cbm Inhalt) aus blechverkleidetem Holz, in den in 10 cm Höhe ein vierzinkiger Düsenrost eingebaut ist. Deckel und Vorderwand sind abnehmbar, so daß der gekippte Karren leicht entleert werden kann. Die Einrichtung kann an jeden Niederdruckkessel angeschlossen werden.

γ) Wahl des zweckmäßigsten Verfahrens

Die gründlichste und sicherste Dämpfung wird in Dämpffässern bei wirtschaftlichstem Brennstoffverbrauch erzielt; infolge der hohen Arbeitskosten (s. Abschn. V. 2) ist das Verfahren jedoch nur für kleinere Erdmengen geeignet, sowie in all jenen Fällen, in denen auf größte Zuverlässigkeit Wert gelegt wird (Versuche, Spezialanzuchten)[7]. Bei allen Geräten ist die völlig gleichmäßige Dämpfung der ganzen Bodenmenge nicht sichergestellt, jedoch reichen sie im allgemeinen für den praktischen Betrieb aus: Dämpfkarre und Dämpfgabel eignen sich nur für Kleinbetriebe. Die Dämpfpfanne schont die Bodengare[8], der relativ große Arbeitsbedarf, die geringe Tiefenwirkung und die Unzuverlässigkeit bei Niederdruckdampf sind Nachteile, die ihre Ablehnung begründen[9]. Das Rechen- und Eggenverfahren reicht in seiner Tiefenwirkung zur

[1]) Bewley s. S. 164[3]); Schwartz s. S. 160[10]).
[2]) Bewley s. S. 160[10]).
[3]) Beattie, J. H., The production of cucumbers in green houses. U. S. Dept. Agr. Farmers Bull. **1320**, 1923; Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]).
[4]) Lawrence, W. J. C. a. Newell, J., Exp. on seed a. potting composts 6. A new meth. of steam steriliz. Gards. Chron. **104**, 1938, 165.
[5]) Baker, K. F., Dis. free seedl. Flor. Rev. **102**, 1948, 31—32.
[6]) Schwartz, G., Ein einfaches Verfahren z. Dämpf. kl. Erdmengen. Gartenwelt **36**, 1932, 265—266; ders., Entseuchung v. Anzuchterde u. Erdhaufen durch Dampf. Blumen und Pflanzenbau **48**, 1933, 162—163.
[7]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]).
[8]) Schwartz s. S. 164[3]).
[9]) Kotte s. S. 160[10]).

Beseitigung von Nematoden und Wurzelpilzen bei Gewächskulturen nicht aus und führt auf schweren Böden leicht zu Verschlämmung; wegen des relativ geringen Arbeitsaufwands ist es derzeit das beste Verfahren für größere Flächen mittleren und leichten Bodens. Hinsichtlich der Tiefenwirkung und des Entseuchungserfolges steht das Rost- (und bei festem Einbau das allerdings teuere Anschaffung bedingende Dränage-) verfahren an der Spitze: der Arbeitsaufwand für das Umsetzen der Erde läßt es im Betriebe nur dort vorteilhaft erscheinen, wo auf tiefe und gründliche Entseuchung besonders Wert gelegt wird.

δ) Durchführung des Dämpfens

Über den Temperaturverlauf während des Dämpfens liegen eingehende Untersuchungen vor[1]). In den obersten 25 cm werden mit allen Verfahren Temperaturen über 80° C, mit Rosten solche über 90° am Ende der 45 bzw. 30 Minuten dauernden Dämpfzeit erreicht. Mit geeigneten Rosten kann eine Temperatur von 70° C auch bis zu 40 cm Tiefe erhalten werden. Andere Messungen zeigen, daß diese Temperaturen bei guter Abdeckung des Bodens, der entscheidende Bedeutung zukommt, mehrere Stunden gehalten werden können[2]).

Durch Bodendämpfung kann das Tabak- (10 Minuten 92° C) und das Tomatenmosaikvirus (30 Minuten 65—100° C) ausgeschaltet werden[3]). Salat-„big vein"-Virus wird durch halbstündiges Erhitzen auf 60—65° C (bzw. 3 Stunden 0,7 atü abgetötet)[4]).

Die Hitzeempfindlichkeit der Bodenorganismen ist recht verschieden; einige Zahlen aus Kulturen mögen dies erläutern[5]).

	°C	Minuten
Actinomyces scabies[6])	54	10
Cladosporium fulvum	70	1
Fusarium lycopersici	65	10
Phoma apiicola	49	10
Plasmodiophora brassicae	60	30
Pythium debaryanum	65	10
Rhizoctonia solani	55—60	60
Heterodera marioni	48	10
Ditylenchus dipsaci	52	11
Agriotes spp.	55	10

[1]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]); Newhall s. S. 148[5]); Schwartz s. S. 164[3]); Hunt a. O'Donell s. S. 164[3]).

[2]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]); Schwartz s. S. 164[3]); Kotte s. S. 160[10]); Johnson s. S. 148[2]) u. a. m.

[3]) Berkeley, G. H., Prevent. of virus dis. of greenh. grown tomat. Dep. Agr. Canada Circ. **118**, 1937; ders., Prevent. tob. mos. in Ontaria. Dep. Agr. Canada Circ. **119**, 1937; McKinney s. S. 147[1]).

[4]) Thompson, R. C., Doolittle, S. P. a. Smith, F. F., Invest. on the transmiss. of big vein of lettuce. Phytophat. **34**, 1944, 900—904; Allen, M. W., Rel. of soil fumig. nema. a. inocul. techn. to big vein dis. of lettuce. Phytopath. **38**, 1948, 612—627, 1948.

[5]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[6]) Es gibt Actinomyceten (aus ungedüngten Böden), die bei 100° C nach 144 Stunden noch nicht abgestorben sind und 2 Minuten 138° C vertragen. (Kurzweil, H., Üb. d. Verh. v. negativen u. Kulturerdesporen im strömend. u. gespannt. Wasserd. . . Zeitschr. Hyg. Inf.krankh. **124**, 1943, 1—70).

Zwischen Erhitzungsdauer *(x)* und Abtötungstemperatur *(y)* soll folgende Beziehung bestehen: $(y-a)\sqrt{x} = b$ (a, b = Konstanten).

Im Boden liegen die Abtötungstemperaturen mindestens um 10—20° höher[1] [2]; jedoch reicht zur Abtötung von Bakterien und Protozoen eine Temperatur von 65° C[3], von Pilzen in leichten und mittleren Böden eine solche von 70—75° C, in schweren aber von 100° C (15—40 Minuten anhaltend) aus[4]. Für *Heterodera marioni* sind 70—90° C durch ½—¾ Stunden in schweren

---

[1]) van Koot, Y. a. Wiertz, G., Onderz. naar de afstervingstemp. van enkele v. d. pl. groei schadel. bodem organsm. Tijdschr. Plziekt. **1947**, 121—133.

[2]) Für schweren Boden werden z. B. folgende Abtötungstemperaturen angegeben: *Thielavia basicola* 85—95°/1 Stunde, wenn nur Chlamydosporen vorhanden sind, dagegen 100°/45 Minuten in Gegenwart infizierter Pflanzenreste; für *Actinomyces scabies* 100°/40 Minuten, für *Rhizoctonia solani* 80° und für *Sclerotinia sclerotiorum* 60° je 30 Minuten; vgl. auch Grooshevoy, S. E. u. Levykh, P. M. (Therm. meth f. t. disinf. of seed bed soil.) A. J. Mikoyan All. Pan Sov. sci. Res. Inst. Tob. a. Tob. Ind. (VITIM) Krasnodar Publ. **127**, 1936, 19—34.

[3]) Pickering, S. U., The activities of heat a. antiseptics on soils. Jl. agr. Sci. **3**, 1910, 258; ders., Plant growth in heated soils. Jl. agr. Sci. **3**, 1910, 277; ders., Part. steriliz. a. contr. of soil pests a. disorg. Rothamstedt Exp. Sta. Rep. **1923/24**, 1925, 33—35; Russel, E. J. a. Petherbridge, F. R., On the growth of plants in partially sterilized soils. Jl. agr. Sci. **5**, 1913, 248; dies., The part. steriliz. of soils f. glasshouse work. Jl. Bd. Agr. **18**, 1912, 809—826; **19**, 1913, 809—827; Russell, E. J., 3. Rep. on the part. steril. of soils f. glassh. work. Jl. Bd. Agr. **21**, 1914, 97 bis 116; ders., Contr. of soil org. a. pests. Jl. Bd. Agr. **26**, 1919, 504; ders., s. S. 163[8]); ders., The eff. of part. steril. of the Soil. Int. Conf. Phytop. Holland 1923, 233—238; Troitzky, B. W. u. Zeren, D. Einfl. d. Protozooen a. Wachst. u. Entw. d. Hafers. Zentralbl. Bakt. II **67**, 1926, 26; Dixon, A., The eff. of phenol, carb. bis. a. heat on soil protozoa. Ann. appl. Biol. **15**, 1928, 110—119.

[4]) Atkinson, C. F., Damp. off. Corn. Univ. agr. exp. Sta. Bull. **94**, 1895; Selby, A. D., Soil treat. of tobacco pl. beds. Ohio agr. exp. Sta. Circ. **59**, 1906; Gilbert, W. W., The root rot of tobacco caus. by *Thiel. bas.* U. S. Dep. Arg. Bur. Plant Ind. Bull. **158**, 1909; Hartley, C. a. Pierce, R. G., T. contr. of damp. off of conif. seedl. U. S. Dept. Agr., Bull. **453**, 1917; Peltier, G. L., Carnation stem rot a. its contr. Illin. agr. exp. Sta., Bull. **223**, 1919; Byars a. Gilbert s. S. 163[5]); Gratz, L. O., Wire stem of cabbage. Corn. Univ. agr. exp. Sta. Mem. 1925, 85; Hunt, N. R., O'Donnel, F. G. a. Marshall, R. P. Steam and chem. soil disinf. w. spec. ref. to potatowart. Jl. agr. Res. **31**, 1925, 301—363; Jones, L. R., Johnson, J. a. Dickson, J. G., Wisconsin stud. up. the rel. of soil temp. to plant dis. Wisc. agr. exp. Sta. Res., Bull. **71**, 1926, 44; Sackett, W. G., Soil steriliz. for seedbeds and greenhouses. Col. agr. exp. Sta., Bull. **321**, 1927; Small, T., *Rhizoctonia* „foot-rot" of the tomato. Ann. appl. Biol. **14**, 1927, 290—295; Bewley s. S. 160[10]); Scheffer, T. C., Steriliz. of coniferous seedbeds w. low. press. steam. Jl. Forestry **28**, 1930, 42—49; Roodenburg, J. W. M., Vaat en voetziekten in Amerik. Anjers. Tijdschr. Pl. Ziekt. **51**, 1924, 16—24; Wickens, G. M., Wilt, stem rot a. dieback of the petual flow. carnation. Ann. appl. Biol. **22**, 1935, 630—683; Brien, R. M. a. Chamberlain, E. E., Tom. seedl. damp. off. 1. Contr. by soil treatm. N. Z. Jl. agr. **52**, 1936, 257—267; Noll u. Schander, H., Beob. ü. Schädig. an Salat, insb. die Salatfäule u. Vers. z. i. Bek. d. Bodendämpf. Obst- u. Gem.bau **82**, 1936, 5—6; Lengsfeld, Ertragssteigerung im Gartenb. d. Bodendämpf. Mitt. Landw. **53**, 1938, 1168—1169; Erven, H., Bodendämpf. D. Landw. Presse **65**, 1938, 79—80; Buddin, W., Root rot, short rot a. shanking of Tulip caus. by *Phyt. cryptogea* Peth. a. *P. erythrosept.* Peth. Ann. appl. Biol. **25**, 1938, 705—729; Anon., Agr. Gaz. N. S. W. **50**, 1939, 554—558, **51**, 1940, 559—562; Van der Weij, H. G.,

Böden erforderlich[1]). Zur Drahtwurmbekämpfung muß besonders auf ausreichende Tiefenwirkung (60 cm) geachtet werden[2]). Durch Bodendämpfung werden auch andere in Gewächshäuser eingeschleppte Schädlinge wie *Cotinis nitida*, *Otiorrhynchus sulcatus* u. a., vernichtet[3]). Oberflächliche Dämpfung genügt aber nicht gegen *Scutigerella immaculata*[4]).

Onbetouwbare bibit en slijmziekte in der aanplant. usw. Meded. Deli Proefst. Ser. **3**, **10**, 1940; Schmidt, E., Mehlt. an Gloxinien. Blumen- u. Pfl.bau **44**, 1940, 94; Heim, R., Un Agaric rhizom. paras. d. semis de Quinquina en Haute Guinee. Rev. Bot. appl. **20**, 1940, 78–87; Howard, F. L., Chlorop., steam, carb. dis a. oth. treatm. f. the contr. of injur. soil microorg. Rep. Veg. Gr. Ass. A. **1939**, 1940, 115–130; Leach, L. D., Seedl. dis. of sug. beets. Sug. Beet Bull. **5**, 1941, 98–99; Madarang, S. A., Rhizoct. damp. off of *Cinchona* seedl. Philipp. Jl. For. **4**, 1941, 105–121; Parris s. S. 155[3]); Dimock, A. W., *Rhizoct.* foot rot of stocks can be contr. Flor. Rev. **87**, 1940, 216; Middleton, J. T., Tucker, C. M. a. Tompkins, C. H., *Pyth.* dis. of fibrous rooted *Begonia* a. i. contr. Jl. agr. Res. **65**, 1942, 89—95; Rafay, S. A., Padmanabhan, S. Y. a. Khanna, K. L., Contr. of Sug. cane seedl. dis. a. nema. inj. Proc. Ind. Sci. Congr. **29**, Sect. 11, 1942, 218; Staehelin, M., Sklerot.krankh. b. Zichorie. Forsch. Ergeb. Gartenb. **1942**, 15; McKay, R., Tomat. root rot, *Coll. atramentarium* (Berk. & Br.) Taubenh. Jl. Dep. agr. Eire **39**, 1942, 272—276; Quanjer, H. M., Bijdr. tot de kenn. v. d. o. Nederl. voork. ziekten v. Tabak. usw. Tijdschr. Pl. Ziekt. **49**, 1943, 37—51; Pape, H., Fäulnis b. *Calla*; Urs. u. Bek.Blum. u. Pfl.b. **47**, 1943, 235—236; Kotte, W., D. Wildfeuerkrankh. d. Tab. in Deutsch. Acta nicotiana 1943, 401—404; Williams, P. M., Sheard, E., Read, W. H. a. Selman, J. W., Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt **1943**, 1944, 28—54; Rigg, T., Kidson, E. B. a. Chittenden, E. T., The eff. of steam a. soil disinf. on the yield a. qual. of Nelson tomat. und. outs. cult. N. Z. Jl. Sci. Techn. A. **26**, 1944, 183—186; Richardson, J. K. a. Berkeley, G. H., Basal rot of tomato. Phytopath. **34**, 1944, 615—621; Richter, H., Achtet auf d. Dürrfleckenkrankh. d. Tom. Blumen- u. Pfl.bau. **47**, 1943, 181—183; Noordam, D., Vaatziekte bestrijd. in amerik. Anjers. Meded. Dir. Tuinbouw, **11**. 1948, 444—510 u. a.

[1]) Ramsbottom, J. K., Invest. on the narcissus dis. Jl. Hort. Soc. **43**, 1918, 51—64; Melchers s. S. 168[2]); Byars, L. P., The nemat. dis. of wheat caus. by *Tyl. trit.* U. S. Dep. Agr. Bull. **842**, 1929; Godfrey, G. H., Root-knot, its cause and control. U. S. Dep. Agr., Farmers Bull. **1345**, 1923; ders., Eff. of temp. a. moist. on nemat. root-knot. Jl. Agr. Res. **33**, 1926, 223—254; Goodey, T., Eelworm dis. of potatoes caused by *Tyl. dips.* Jl. Helminthol, **1**, 1923, 197; Milbrath, D. G., Progr. rep. on stud. rel. to the contr. of *Tyl. dips.* in narcissus. Cal. Dep. Agr. Ms. Bull. **14**, 1925, 181—187; Robb s. S. 163[8]); Kalkbrunner, H., Ü. Erf. m. d. Desinf. d. Bodens d. Dampf in Holland. Fortschr. Landw. **2**, 1927, 604; Reinau, E., D. Älchen u. ihre Bek. d. Dämpfen d. Bodens. Obst- und Gemüsebau **73**, 1927, 384 bis 385; Anon., Ohio St. Bull. **417**, 1928, 34—41; Newhall, A. G., Contr. of root-knot nemat. in greenhouses. Ohio St. Bull. **451**, 1930; Schwartz, G., D. Bek. d. Wurzelälchen im Gew.haus u. Freiland. Sächs. Gärtnerbl. **10**, 1930, 33—41; ders., Bodendämpfung z. Desinf. u. Verjüngung d. Erde. Sächs. Gärtnerbl. **11**, 1931, 307—310; ders., Ein erprobtes Boden-Dämpfungsverf. Gartenwelt **35**, 1931, 575—576; Hoshino, H. M. a. Godfrey, G. H., Thermal death point of *Het. rad.* in rel. to time. Phytopathol. **23**, 1933, 260—270; Schwartz s. S. 170[6]).

[2]) Bewley, W. F., Tomatoes; cultiv., dis. a. pests. Min. Agr. Fish. Bull. **73**, 1934.

[3]) Davis, J. J. a. Luginbill, P., The green june beetle or fig eater. N. Carol. agr. exp. Sta. Bull. **242** (1921); Metcalf, Z. P., The green june beetle (*Cot. nit.*) as a tob. pest. Jl. ec. Ent. **16**, 1923, 396; Smith, F. F., Biol. a. contr. of the black vine weevil. U. S. Dept. Agr. Techn. Bull. **325**, 1932.

[4]) Fillinger, G. A., T. gard. symphylid, *Scut. imm.* Ohio agr. exp. Sta. Bull. **486**, 1931; Kearns, H. G. H. a. Walton, C. L., Exp. on t. contr. of t. greenh. symphylid *Scut. imm.* Ann. Rep. agr. hort. Res. Sta. Bristol, **1932**, 1933, 97.

Während für exakte Versuche genaue Temperaturablesungen nötig sind, reicht für die praktische Entseuchung das Einstecken eines oder mehrerer Thermometer, die bei Beendigung der Dämpfung 95° C zeigen sollen, oder notfalls das Einlegen von Kartoffeln in verschiedene Bodentiefen aus, die bei genügender Dämpfwirkung gargekocht sein müssen.

Die Dauer der Dämpfung kann, ebenso wie die Temperatur, in gewissen Grenzen variiert werden, je nachdem was für ein Schädling in erster Linie getroffen werden soll und wie der Boden auf die Dämpfung reagiert (vgl. S. 176), was für Kulturen angebaut werden und wie häufig gedämpft wird.

Folgende Grundsätze gelten für die technische Durchführung der Bodendämpfung:

Die Tiefe der Lockerung des Bodens ist für den Erfolg entscheidend, bei schweren Böden fast allein maßgebend, da der Temperaturanstieg fast ausschließlich durch das Eindringen des Dampfes in den Boden und nicht durch dessen Wärmeleitung bedingt ist. Schwere Böden werden vor dem Dämpfen möglichst durch Sand und Torfbeigabe aufgelockert. Nasse Böden müssen gut durchgearbeitet und entfeuchtet werden. Zu große Trockenheit ist aber auch ungünstig. Kalter oder gefrorener Boden soll nicht gedämpft werden. Es ist daher vorteilhafter im Spätsommer als im Frühjahr zu dämpfen. Für möglichst gute Abdichtung und Wärmeisolierung des Dämpfgerätes (und der Zuleitung) muß gesorgt sein, da bei zu niederen Temperaturen durch Kondenswasser um so leichter Verschlämmung eintritt, je feuchter und kälter der Boden war. Der schließliche Wassergehalt des Bodens hängt im übrigen nicht vom Anfangsdampfdruck, sondern von der Behandlungsdauer bzw. Dampfmenge ab[1]). Nach der Dämpfung ist der Boden mehrere (3—4) Stunden mit Matten, Säcken, Ölpapier u. ä. gut bedeckt zu halten, um die Wirkungsdauer zu verbessern; diese hängt im wesentlichen von der Wärmeleitfähigkeit des Bodens ab[2]). Teerpappe ist nicht zu empfehlen, da durch den Teer später Pflanzenschäden eintreten können[3]). Nach der Dämpfung läßt man die Erde 2 bis 3 Wochen, vor Wiederverseuchung geschützt, ruhen. Mineraldüngung ist, von Sonderfällen abgesehen, überflüssig; Düngung mit ungedämpften organischen Düngern ist unbedingt zu vermeiden[4]).

ε) Die Wirkung der Bodendämpfung

Der Entseuchungserfolg der richtig geführten Bodendämpfung ist ausgezeichnet; unabhängig von dieser wird die Fruchtbarkeit der meisten Böden (Ausnahmen s. u.) erheblich gesteigert. Dies wirkt sich bereits in der Jugendentwicklung der Pflanzen deutlich aus. Unmittelbar nach der Behandlung ist, besonders auf schweren Böden, allerdings die Keimung der Pflanzen oft verzögert und die Entwicklung von Stecklingen und umgetopften Pflanzen ge-

---

[1]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]); Bewley s. S. 144[2]); Schwartz s. S. 160[10]) u. 164[3]); Noll s. S. 165[4]); Kotte s. S. 160[10]).
[2]) Sluner s. S. 164[4]).
[3]) Schwartz s. S. 164[3]).
[4]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]) u. a.

hemmt[1]). Die Empfindlichkeit der Pflanzenarten gegen derartige Dämpfschäden ist verschieden; so erwies sich Rotklee als sehr, Tomate als weniger und Buchweizen und Gräser als kaum empfindlich[2]). Manche Böden zeigen „Vergiftungserscheinungen" schon nach mehrtägiger Aufbewahrung bei 45—50° C.; manche Böden bleiben bei steriler trockener Aufbewahrung lange Zeit „giftig". Die Frage, ob es sich hierbei um die Bildung von besonderen Toxinen handelt, wie manche Autoren[3]) annehmen, muß ebenso wie die nach der Entstehung von Förderungsstoffen[4]) bei der Dämpfung offen gelassen werden. Die Vermehrung des Ammoniakgehaltes ist dagegen eindeutig erwiesen[5]), dies wird einerseits in humusreichen vor allem alkalischen oder stark gekalkten Böden durch chemische Umsetzung verfügbar gemacht, andererseits durch die Verschiebung in der Zusammensetzung der Bodenflora angereichert. Die Gesamtbakterienzahl im Boden steigt nach einem kurzen Absinken unmittelbar nach der Dämpfung rasch an und bleibt längere Zeit hoch; vor allem in den ersten Wochen ist der Anteil der Eiweißzersetzer besonders hoch, während die Nitratbildner fast ausgeschaltet sind und erst langsam wieder zunehmen. Diese Veränderungen sind um so stärker, je nachhaltiger gedämpft wurde, dagegen sind keine deutlichen Nachwirkungen früherer Dämpfungen auf diese Veränderungen festzustellen. Vor allem in sauren Böden sind auch Pilze an diesen Umsetzungen beteiligt[6]). So können anfänglich pflanzenschädliche Ammoniakkonzentrationen entstehen; der Reichtum gedämpfter Böden an löslichen Stickstoffverbindungen kann auch im weiteren Verlauf der Entwicklung zu erhöhter

---

[1]) Dietrich, Th., Vers. üb. d. Einfl. d. Bodensteril. a. d. Wachstum d. in steril. Bod. kult. Pfl. Jahr. ber. Landw. Vers. Sta. Marburg **1901/02**, 16; Schulze, C., Ein. Beob. ü. d. Einw. d. Bodensteril. a. d. Entw. d. Pfl. Landw. Vers. Sta. Berlin **65**, 1907, 137; Pickering s. S. 172[3]); Johnston, J., The infl. of heat. soils on seedl. germ. a. pl. growth. Soil Sci. **7**, 1919, 1–87; Noll s. S. 165[4]); Lawrence, W. J. C. a. Newell, J., Seedl. growth in part. steril. soil. Sci. Hort. **4**, 1936, 165—177; Herzog, G., Üb. d. Einfl. d. Dämpfens a. d. biol. u. chem. Eigensch. d. Gartenerden. Z. f. Pfl. Ern. **12**, 1939, 339—383; Kotte s. S. 160[10]).

[2]) Robinson, R. R., Inhibit. pl. growth factors in part. steril. soil. Jl. Am. soc. agron. **36**, 1944, 726—739.

[3]) Vgl. Robinson s. S. 175[2]); Johnson, s. S. 148[2]).

[4]) Vgl. Schreiner, O. u. Lathrop, E. C., The chemistry of steam heated soils. U. S. Dept. Agr. Bur. Soils **89**, 1912; Johnson s. S. 148[2]).

[5]) Vgl. Osmun, A. V., A compar. of the numb. of bact. in steril. a. unsteril. soils. Mass. Agr. Exp Sta. Rep. **1905**, 146—148; Russel, E. J. a. Hutchinson, H. B., The eff. of. part. steril. on the productivity of pl. food. Jl. agr. Sci. **3**, 1909, 111—145; dies., The limit. of bact. numb. in normal soils a. i. consequences. Jl. agr. Sci. **5**, 1913, 152—221; Russel a. Petherbridge s. S. 172[3]); Schreiner a. Lathrop s. S. 175[4]); Herzog s. S. 175[1]); van Koot, Y., Grondontsmet. d. stoomen an beinvloeding v. bact. leven en samenst. v. d. grond. Landbouwk. Tijdschr. **1942**, 532 bis 555; ders. e. Bakker Beer E. Fact. d. invloed uitoefenen op de result. v. h. stomen v. grond. Meded. Dir. Tuinb. **12**, 1949, 120—133; Malowany, S. N. a. Newton, J. D., Stud. in steam steriliz. of soils. I. Some eff. on phys., chem. a. biol. propert. Can. Jl. Res. **25 C**, 1947, 189—208; Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[6]) Gewisse Pilze, vor allem *Pyronema confluens*, finden auf gedämpften oder hitzebehandelten Böden optimale Ausbreitungsbedingungen und überwuchern die Oberfläche; sie sind aber unschädlich und verschwinden bald wieder. Kosaroff, P., Beitr. z. Biol. v. *Pyron. confl.* Arb. Biol. Reichsanst. **5**, 1906, 126—138.

Anfälligkeit der Pflanzen infolge einseitiger Ernährung führen. Durch reichliche Kali- und vor allem Superphosphatdüngung ist dem entgegenzuarbeiten. Übrigens wird in manchen Böden durch das Dämpfen auch das verfügbare Kali vermehrt, in anderen nicht. Große Unterschiede besteht im Verhalten der Phosphorsäure, deren Löslichkeit je nach Boden fast unverändert bleibt, erhöht, oder — vor allem in kalkreichen Böden — durch chemische Umsetzung festgelegt wird. Die dadurch auf phosphorarmen Böden bedingten Wachstumshemmungen lassen sich durch Phosphorsäuredüngung beheben, Kalkung wirkt je nach der Bodenart verschieden. Stickstoffdüngung ist in gedämpften Böden nicht nötig, oft schädlich; gegebenenfalls soll sie zu einem späteren Zeitpunkt als Kopfdüngung gegeben werden, Ammonsalze und organische Dünger aber erst nach 3 Monaten[1]). Die Bodenstruktur kann durch die Dämpfung leiden: abgesehen von der bei einigen Verfahren häufigen Verschlämmung (s. S. 166–169) wird durch die Erwärmung die Bodenkapillarität und wasserhaltende Kraft vermindert, so daß Austrocknungsschäden leicht eintreten können, wenn nicht sorgfältig gewässert wird.

Auf gewissen schweren Lehmböden führt die Dämpfung zu schweren Mißerfolgen, die bis zur Kulturunfähigkeit gehen können. Diese sind auf Strukturverschlechterung[2]) (Erhöhung der Volumgewichte und Herabsetzung der Porosität), also auf Verdichtung und Vergrößerung des Bodenwiderstandes im feuchten Zustand zurückzuführen und können durch vorherige Kalkung und Beimischung von Sand und Torfmull vermindert werden. In anderen Fällen sind Mißerfolge auf Versauerung des Bodens zurückzuführen, die auf zu langes Liegen im wassergesättigten Zustand (Unterlassung des Umschaufelns) beruhen; auch hier kann Kalkung helfen. Gewisse kalkhaltige Böden neigen dagegen, wenn nicht frühzeitig bearbeitet wird, zu zementartiger Verhärtung. Für solche schwierigen Böden muß, wenn ihre Dämpfung erforderlich wird, das beste Verfahren durch Vorversuche gesucht werden; dies gilt auch für gärtnerische Spezialerden (Laub-, Moor- usw. Erde für verschiedene Kulturzwecke[3]). In der Frage, ob es in solchen Fällen vorteilhaft ist, die Mischungsbestandteile gesondert zu dämpfen oder die Mischung vor der Dämpfung fertig zu machen, gehen die Meinungen auseinander[4]).

IV. Bodenentseuchung mit chemischen Mitteln

Allgemeines

Die Entwicklung der chemischen Bodenentseuchung geht weitgehend der Anwendung und Verbesserung chemischer Pflanzenschutzmittel parallel; schon im Altertum wurde versucht, die gegen oberirdische Krankheitserscheinungen angewandten Mittel auch zur Bekämpfung von Wurzelfäulen und anderen

---

[1]) Johnson, J., The infl. of heat. soils on seedl. germ. a. pl. growth. Soil Sci. **7**, 1919, 1—87; Lawrence a. Newell s. S. 175[1]).

[2]) Reinhold, J., Noll, J. u. Hausrath, E., Üb. d. Urs. f. Mißerf. d. Dämpfens schwerer Böden. Gartenbauwiss. **15**, 1941, 471—486.

[3]) Herzog s. S. 175[1]); Demmig, briefl. Mitt.

[4]) Groshevoya. Levykh s. S. 161[4]); Reinhold, Noll u. Hausrath s. S. 176[2]).

unterirdischen Schäden heranzuziehen. In der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden die als Beizmittel bewährten Kupferverbindungen, die desinfizierenden Petrol- und Teerölpräparate gegen Bodenschädlinge erprobt. Besondere Bedeutung erlangte die chemische Bodenentseuchung dann durch die Notwendigkeit, die Reblaus auf größeren Rebflächen radikal zu vernichten; seither überwiegt die insektizide und nematozide Anwendung gegenüber den gegen Pilze und Unkräuter gerichteten Maßnahmen. Die Erfahrungen bei der Reblausbekämpfung regten dann zu allgemeiner Anwendung chemischer Verfahren gegen Bodenschädlinge an, jedoch blieb ihr praktischer Einsatz auf den Schutz hochwertiger Kulturböden und wertvoller Spezialkulturen beschränkt, da sie relativ teuer und mit großem Arbeitsaufwand verbunden sind.

In gärtnerischen Betrieben hat sich die chemische Bodenentseuchung auf den schwer zu dämpfenden Freilandflächen und zur Schädlingsbekämpfung in Beständen in den letzten Jahrzehnten einen gesicherten Platz als eine oft regelmäßig durchgeführte Kulturmaßnahme erobert. Ihre praktische Bedeutung wurde aber geringer als die der Bodendämpfung eingeschätzt, da im allgemeinen größerer Aufwand erforderlich, die Erfolgsaussicht stärker von Zufälligkeiten beeinträchtigt und die Gefahr von Fehlschlägen größer war. Neuerdings stehen billigere Mittel und auch mechanisierte, für den Einsatz auf größeren Flächen geeignete Ausbringungsgeräte zur Verfügung; daher wird in manchen Ländern der Einsatz der chemischen Bodenentseuchung auf landwirtschaftlichen Kulturflächen, vor allem zur Verhütung von Bodeninsektenplagen, erörtert und, wenn auch in beschränktem Maße, praktisch durchgeführt. Auch im Gartenbau wird ihre Anwendung stärker propagiert, da sich die chemische Bekämpfung neuerdings billiger als die Bodendämpfung stellt und den gleichen Erfolg versprechen soll[1]).

So wichtig die chemische Bodenentseuchung zur Verhinderung plötzlich auftretender Plagen oder zur radikalen Entseuchung von Freilandflächen ist, werden doch gegen ihre regelmäßige und vorbeugende Anwendung heute noch vielfach Bedenken erhoben; über die etwaige Gefahr einer ungünstigen Beeinflussung des nützlichen Bodenlebens und auch über die Gefährdung von Nutzpflanzen (evtl. auch durch unerwünschte Selektion und durch Auslösung mutativer Änderungen der Erbmasse) durch akkumulierende Wirkung kleinster im Boden verbleibender Mittelmengen liegen noch keine langfristigen Erfahrungen vor. Gerade in europäischen Ländern wird daher dort, wo es möglich ist, aus wirtschaftlichen und biologischen Gründen der Bodendämpfung bisher der Vorzug gegeben.

Im allgemeinen muß ein Bodenentseuchungsmittel (soil fumigant), bei ausreichender Giftigkeit gegen die zu bekämpfenden Schädlinge, für die angebauten Pflanzen möglichst ungefährlich sein und darf auch keine dauernde Schädigung der Bodenbiozönose bewirken, ferner muß es gut in den Boden eindringen und sich dort gleichmäßig verteilen, und schließlich soll es billig, leicht zu handhaben und ungefährlich sein[2]).

---

[1]) Newhall, A. G. a. Lear, B., Soil fumig. f. nema. a. dis. contr. Cornell agr. exp. Sta. Bull. **850**, 1948 u. a.

[2]) Vgl. hierzu u. a. Martin, H., The scient. principles of pl. prot. Arnold & Co. London 1949; Gough, H. C., A Rev. of the lit. on soil insectic. Imp. Inst. Ent. London 1945.

1. Theoretische Grundlagen der chemischen Bodenentseuchung

Nur wenig Mittel besitzen in wirtschaftlich vertretbaren Aufwandmengen eine solch allgemeine Desinfektionswirkung wie die Bodendämpfung. Daher richtet sich ihre praktische Anwendung meist nur gegen einzelne Schädlingsklassen, so daß zwischen fungiziden, herbiziden, nematoziden und insektiziden Mitteln (die rodentiziden werden üblicherweise nicht zu den Bodenentseuchungsmitteln gerechnet) unterschieden werden kann, bzw. bei den einzelnen Mitteln diese Wirkungen getrennt betrachtet werden müssen. Vielfach ist der erfolgversprechende Anwendungsbereich noch enger gezogen, indem manche Mittel praktisch vor allem gegen Dipteren, andere gegen Scarabaeiden oder Elateriden brauchbar sind. In allen Fällen hängt der Erfolg ihres Einsatzes aber, abgesehen von der jeweils nötigen bzw. wirtschaftlich vertretbaren Aufwandmenge, von verschiedenen Faktoren ab, die daher in den Grundzügen vorweg zu erörtern sind, nämlich:

1. von der Art der Giftwirkung und den sonstigen chemischen und physikalischen Eigenschaften des Wirkstoffes bzw. seiner Zubereitungen;
2. von der Empfindlichkeit der Schädlinge während ihrer Entwicklung und von deren biologischem Verhalten;
3. von den physikalischen und chemischen Eigenschaften des behandelten Bodens;
4. von den Witterungsbedingungen zur Zeit der Anwendung;
5. von der Empfindlichkeit der Kulturpflanzen gegen die Mittel.

Die chemischen Bodenentseuchungsmittel lassen sich ihrer Wirkungsweise nach in folgende Gruppen einteilen:

1. flüchtige, vor allem in Gasform wirksame Mittel (Vergasungsmittel, soil fumigants, im eigentlichen Sinn);
2. a) nicht flüchtige, wasserlösliche Wirkstoffe, die entweder toxisch oder osmotisch wirken können, und b) unlösliche Stoffe.

In den folgenden Betrachtungen sind diese Gruppen, die Stoffe verschiedenen Wirkungsbereiches umfassen, gesondert behandelt. Unberücksichtigt bleibt hierbei vorerst die Frage der Toxitätsunterschiede der verschiedenen Mittel (s. S. 193 ff.).

a) Vergasungsmittel

Gasförmige Wirkstoffe ermöglichen eine besonders gleichmäßige Entseuchung des Bodens, wenn in allen Teilen des Bodens gleichmäßig eine toxisch wirkende Konzentration erzielt wird. Inwieweit dies gelingt, hängt von den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Mittels und des Bodens und den herrschenden Zustandsbedingungen, in gewissem Umfang auch von der Anwendungsform (reine Wirkstoffgaben oder Emulsions- bzw. Lösungsanwendung) ab.

α) Physikalisch-chemische Eigenschaften der Mittel

Als Vergasungsmittel sind solche Giftgase geeignet, die sich nicht (oder doch nicht rasch) mit Bodenbestandteilen in unwirksame Stoffe umsetzen — auch keine festen adsorptiven Bindungen eingehen —, aber unter den normalerweise im Boden herrschenden Bedingungen einen so hohen Partialdampfdruck auf-

weisen, daß die zur Entseuchung nötige Konzentration in der Bodenluft rasch erreicht wird, die also eine hierfür ausreichende Flüchtigkeit besitzen. Diese soll einerseits nicht so groß sein, daß eine zu rasche Verdampfung (und damit unter Umständen eine ungenügende Einwirkungsdauer) zustande kommt, andererseits aber auch nicht zu klein, damit herbizide Wirkstoffmengen nicht allzulange im Boden erhalten bleiben; letzteres spielt keine Rolle, falls die Wirkstoffe, wie z. B. Naphthalin oder Phenol, in nicht allzugroßer Frist von Bodenorganismen abgebaut und unschädlich gemacht werden.

Die Abhängigkeit des Partialdruckes und der Flüchtigkeit von der Temperatur bringt es mit sich, daß einzelne Wirkstoffe nur unter bestimmten Temperaturverhältnissen anwendbar sind.

Im allgemeinen geht die Verdampfung in der Nähe oder oberhalb des Siedepunktes bereits zu rasch vor sich, um eine ausreichende Wirkung zu gewährleisten, während bei zu tiefen Temperaturen die Gefahr besteht, daß sich der Wirkstoff zu lange im Boden hält; die Erhaltung phytotoxischer Wirkstoffkonzentrationen verschiedener Mittel entspricht ceteris paribus deren Siedepunkten (die im allgemeinen in negativer Korrelation zu den Dampfdrucken stehen)[1]).

Durch Vermischung mit schwerer siedenden Stoffen oder Anwendung emulgierter Präparate kann die Verdampfungsgeschwindigkeit herabgesetzt werden.

Bei der Entbindung der Vergasungsmittel aus ausgestreuten festen Mitteln (Kalziumzyanid, Xanthogenat) spielt deren Umsetzungsgeschwindigkeit eine entscheidende Rolle.

Die Partialdrucke und die Diffusionskoeffizienten der einzelnen Stoffe haben vor allem auch für deren Verteilung im Boden ausschlaggebende Bedeutung. Die Dampfdichte spielt eine allerdings nicht zu überschätzende Rolle bei der Verteilung der Gase im Boden, insbesondere bei der Tiefenwirkung (vgl. Schwefelkohlenstoff). Von Bedeutung ist ferner die Wasserlöslichkeit, auch die Sorptionsfähigkeit der Gase, durch die ein, je nach Bodenart und Temperatur, wechselnder Anteil der Entseuchungsmittel im Boden festgelegt wird. Durch die Adsorption wird einerseits die aktuell wirksame Wirkstoffmenge herabgesetzt, andererseits die Wirkungsdauer durch allmähliche Freisetzung der sorbierten Mengen verlängert[2]). Das Entweichen aus dem Boden wird durch tiefere Einbringung verzögert.

Die verschiedenen Bodenentseuchungsmittel werden am gleichen Boden verschieden stark adsorbiert: durch relativ geringe Sorption sind vor allem Blausäure und (weniger) Schwefelkohlenstoff ausgezeichnet, während Halogenverbindungen (Methylbromid, Dichloräthan, Dichlorpropan-Dichlorpropylen), vor allem Chlorpikrin, stark festgehalten werden[3]). Im allgemeinen ist die Adsorption um so größer, je höher der Siedepunkt der Verbindung liegt. Bei

[1]) Stark, F. L. a. Lear, B., Misc. greenh. tests w. var. soil fumig. f. the contr. of fungi a. nema. Phytopathol. **37**, 1947, 698—711.

[2]) Higgins, J. C. a. Pollard, A. G., Stud. on soil fumig. II. Distrib. of. carb. dis. in soil fumig. und. var cond. Ann. appl. Biol. **24**, 1937, 895—910.

[3]) Stark, F. L., Invest. of chlorop. as a soil fumig. Cornell Univ. agr. exp. Sta. Mem. **278**, 1948; Fuhr, I., Branford, A. V. a. Silver, S. D., Sorpt. of fumig. vapors in soil. Science **107**, 1948, 274—275.

Kombination zweier Mittel kann die Sorption über die Summe der Teilsorptionen gesteigert werden (z. B. Chlorpikrin mit Dichloräthan)[1]).

Die Bodenart beeinflußt die Höhe der Sorption: je reicher der Boden an Humus und Lehmbestandteilen ist, um so größere Mengen von Bodenentseuchungsmitteln werden festgelegt[2]), worauf bei der Dosierung der Mittel u. U. Rücksicht genommen werden muß. Ähnliches gilt auch für die Adsorption von Wirkstoff aus Emulsionen[3]).

Wichtiger ist der entscheidende Einfluß des Bodens auf die Geschwindigkeit und Reichweite der Ausbreitung der toxischen Gase. Die Ausbreitung ist ein Diffusionsprozeß, der ceteris paribus von der Porosität des Bodens, also seiner physikalischen Struktur abhängt[4]). Manche Mittel, wie DD, sind in Sandböden hundertmal so wirksam wie in Lehmböden und Böden mit hohem Humusgehalt, da sie sich in ersteren besser ausbreiten können[5]).

Um den optimalen Wirkungsgrad zu erzielen, muß die Diffusion einerseits hinreichend rasch verlaufen, um möglichst bald in allen Bodenteilen Sättigung bzw. die wirksame Konzentration zu erreichen, andererseits aber nicht so rasch, daß durch vorzeitiges Entweichen des Wirkstoffes aus dem Boden die toxische Wirkung nicht ausreichend lange im Boden erhalten bleibt, um die Schädlinge abzutöten[6]).

Unter vergleichbaren Bedingungen verläuft die Diffusion in leichten und lockeren Böden rascher als in schweren und dichten. Über den Einfluß des Bearbeitungs- und Krümelzustandes bzw. der Bodenverdichtung liegen nur unzureichende exakte Untersuchungen vor. Für die Tiefenwirkung ist die Durchlässigkeit des Untergrundes in gleicher Weise ausschlaggebend; Pflugsohlenverdichtungen begrenzen die Ausbreitung[7]). Um eine gleichmäßige Durch-

---

[1]) Lehmann, R. S., Lab. tests of org. fumig. f. wirew. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 659—661; Schmidt, C. T., Dispersion of fumig. thr. soil. Jl. Ent. ec. **40**, 1947, 829 bis 837.

[2]) de Ong, E. R., Hydrocyanic ac. gas as a soil fumig. Jl. agr. Res. **11**, 1917, 421; Livingstone, E. M. a. Swank, G. R., Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 919; Chisholm, R. D. a. Koblitzky, L., Sorpt. of methylbr. by soil in a fumig. chamber. Jl. ec. Ent. **36**, 1943, 549—551; Schmidt s. S. 180[1]); Stark s. S. 179[3]); de Ong, E. R., Chemistry a. uses of insecticides. New York 1948.

[3]) Fleming, W. E. a. Baker, F. E., The use of carb. dis. ag. the. jap. beetle U.S. Dept. Agr. Techn. Bull. **478**, 1935.

[4]) O'Kane, W. C., Diffusion of carb. dis. in soil. N. H. agr. exp. Sta. Techn. Bull. **20**, 1922; de Ong, E. R. a. Tyler, J., Ind. Eng. Chem. **20**, 1928, 912; Fleming a. Baker s. S. 180[3]); Bywaters, M. F. a. Pollard, A. G., Stud. in soil fumig. Ann. appl. Biol. **24**, 1937, 883; Higgins a. Pollard s. S. 179[2]); Hagan, R. M., Movement of carb. dis. vapor in soils. Hilgardia **14**, 1941, 83—118; Penman, H. L. V. Dis. a. vapour movement in the soil. Diffusion of vapours. Jl. agr. Sci. **30**, 1940, 437—462; Hanneson, H. A., Movement of carb. dis. vapour in soils as affected by soil type, moisture cont. a. compaction. Hilgardia **16**, 1945, 503—510; Chisholm a. Koblitsky, s. S. 180[2]); Pollard nach Gough s. S. 177[2]); Stark s. S. 179[3]); Beran, F., Meth. z. Prüf. v. Pfl.schutzm. XLI. E. neue Meth. z. Prüf. v. Bodenents. mitt. Reichspfl.schutzbl. **2**, 1944, 72 –75; Cook, W. C., Comp. stud. of 3 soil fumig. f. wirew. contr. U.S.Dept. Agr. Techn. Bull. **980**, 1949.

[5]) Allen, M. W. a. Raski, D. J., T. eff. of soil type on t. disp. of soil fumig. Phytopathol. **40**, 1950, 1043—1053.

[6]) Vgl. Gough, s. S. 177[2]) u. a.

[7]) Hagan s. S. 180[4]).

gasung zu sichern, muß der Boden, wie zahlreiche praktische Erfahrungen zeigen, gründlich und gleichmäßig bearbeitet sein und sich in gutem Krümelzustand befinden (saatfertige Herrichtung!).

Die Ausbreitung von Vergasungsmitteln, die in gelöster oder emulgierter Form verabfolgt werden, erfolgt nicht durch Diffusion, ihre Tiefenwirkung entspricht daher der Eindringungstiefe und seitlichen Ausbreitung der Flüssigkeit, soweit nicht durch die Absorption in den oberen Bodenschichten (Filterwirkung) der Wirkstoff in diesen konzentriert wird[1]). Um eine ausreichende Tiefenwirkung zu sichern, muß daher meist eine große Flüssigkeitsmenge verwendet oder reichlich nachgewässert werden. Für Oberflächenentseuchung sind dagegen Emulsionen oft den reinen Vergasungsmitteln überlegen. Streufähige Vergasungsmittel (Naphthalin, Kalziumzyanid, an Trägerstoffe adsorbierte Mittel)[2]) wirken im großen Ganzen nur so tief, wie sie in den Boden eingemischt sind; ihre seitliche Wirkung hängt von der Diffusionsfähigkeit und dem Dampfpartialdruck ab.

Die seitliche Ausbreitungsgrenze ist für die einzelnen Mittel verschieden und muß bei der Aufbringung der Mittel berücksichtigt werden (s. S. 189.)[3]).

Adsorption und Diffusion der Bodenentseuchungsmittel wird durch den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens herabgesetzt[4]). In nassen Böden ist die Ausbreitung wasserunlöslicher als auch wasserlöslicher Gase völlig unterbunden. Am raschesten vollzieht sie sich in trockenem Boden. Für die Vergleichsprüfung erwies sich eine Feuchtigkeit von 10—20% der Wasserkapazität zweckmäßig[5]). Böden, die den für die Bestellung geeigneten Wassergehalt aufweisen, bei dem die Bodenluft dampfgesättigt ist, trotzdem keine Wasserfilme an den Bodenteilchen haften[6]), erlauben eine hinreichend rasche Diffusion; auf ihnen wirken viele Mittel am besten und werden vor allem bei kühler Witterung am längsten zurückgehalten[7]). Auch tritt keine die Giftresistenz erhöhende Austrocknung der Organismen ein[8]). Für Kalziumzyanid, Kalkstickstoff, Kaliumxanthogenat ist eine mittlere Bodenfeuchtigkeit unbedingt erforderlich, um die Freisetzung der wirksamen Gase zu ermöglichen.

Steigende Bodentemperatur vermindert die Adsorption und steigert die Diffusionsrate entsprechend der Flüchtigkeit. Zu hohe (im Verhältnis zum Siede-

---

[1]) Vgl. hierzu S. 189.

[2]) Fleming a. Baker s. S. 180[3].

[3]) Newton, W., Bosher, J. E.a. Hastings, R. J., T. treatm. of glassh. soils w. chlorp. f. t. contr. of *Het. mar.* a. oth. soil pathog. Can. Jl. Res. **15**, 1937, 182—186; Thorne, G., Some fact. gov. the succ. of chem. treatm. of soil f. nema. contr. Proc. Helminthol. Soc. Wash. **6**, 1939, 60—62; Schmidt s. S. 180[1]).

[4]) de Ong s. S. 180[2]); Leach, B. R., A stud. of the behav. of carb. dis. when injected into the soil a. its value as a contr. f. the root form of the woolly apple aphis. Soil Sci. **10**, 1920, 241; Fleming, W. E., Fumig. of potting soil w. carb. dis. f. the contr. of jap. beetle (*Pop. jap.*). N. J. agr. exp. Sta. Bull. **380**, 1923; Hagan s. S. 180[4]); Stark s. S. 179[3]).

[5]) Beran s. S. 180[4]); vgl. auch Lehmann s. S. 180[1]).

[6]) Stark s. S. 179[3]); Livingston a. Swank s. S. 180[2]).

[7]) McClellan, W. D., Christie, J. R. a. Horn, N. L., Effic. of soil fumig. as aff. by soil temp. a. moist. Phytopathol. **39**, 1949, 273—283.

[8]) Gough s. S. 177[2]).

punkt der Wirkstoffe) Temperaturen können aber zu einer Wirkungsminderung infolge zu starker Diffusion führen[1]). Bei niedrigen Temperaturen ist die Wirkung verlangsamt[2]).

Da für den Erfolg der Bodenentseuchung eine gewisse Einwirkungszeit der toxischen Konzentrationen nötig ist, wird der Bekämpfungserfolg indirekt durch all die genannten Faktoren beeinflußt, indem sie das Entweichen der Gase aus dem Boden regulieren. Abgesehen von den Fällen, in denen ein Abfließen der Dämpfe im Untergrund (s. Schwefelkohlenstoff) oder eine chemische oder biologische Umsetzung die Gaskonzentration vermindert, ist der Gasaustausch an der Bodenoberfläche für die Einwirkungsdauer entscheidend[3]). Alle Veränderungen, die die Adsorption herabsetzen oder die Diffusionsgeschwindigkeit erhöhen (Bodenlockerung, Austrocknung, Temperatursteigerung), beschleunigen die Abwanderung der Gase; diese erfolgt um so rascher, je höher der spezifische Partialdampfdruck und je geringer die Wasserlöslichkeit und Adsorbierbarkeit der Mittel ist. Dazu treten noch kleinklimatische Einflüsse auf die Bodenentseuchung an der Bodenoberfläche[4]), deren Bedeutung bisher im einzelnen nicht studiert wurde, nämlich: Ausdehnung und Verdichtung der Bodenluft durch Temperaturschwankungen und barometrische Druckschwankungen, die den Gasaustausch in den obersten Bodenschichten fördern, sowie Windrichtung. Bei vielen Mitteln (z. B. Methylbromid, aber auch Schwefelkohlenstoff) kann daher mit durchschlagender Entseuchungswirkung in der obersten Bodenschicht (3—4 cm) in unbedecktem Boden nicht gerechnet werden. Einer zu raschen Herabsetzung der Wirkstoffkonzentration im Boden kann durch tiefere Einbringung der Mittel, Emulsionsanwendung oder durch Befeuchtung der Bodenoberfläche zur Verminderung der Diffusion entgegengearbeitet werden (s. S. 179). Bei Bodenentseuchungsmitteln mit mittleren Partialdrucken sind solche Maßnahmen im allgemeinen nicht erforderlich.

β) Empfindlichkeit des Schädlings

Der Erfolg der Bodenentseuchung ist um so größer, je empfindlicher der Schädling bei ihrer Anwendung ist. Soweit möglich, ist daher der Behandlungszeitpunkt so zu wählen, daß die biologischen Voraussetzungen für den Bekämpfungserfolg günstig sind. Soweit dies unmöglich ist, muß der höheren Widerstandsfähigkeit der Schädlinge durch höhere Dosierung der Mittel Rechnung getragen werden. In allen Fällen sind inaktive Stadien (Sporen, Pilzsklerotien, Nematodenzysten, Insektenpuppen und Eier, Überwinterungsstadien) widerstandsfähiger als aktive; bei Schadtieren sind jüngere Stadien besonders empfindlich. Gegenüber resistenten Stadien bestehen oft erhebliche Unterschiede in der Wirkung verschiedener Mittel; z. B. tritt die Wirkung von Chlorpikrin auf *Heterodera marioni* erst einige Wochen nach Absterben der

[1]) Stark s. S. 179[3]); Cook s. S. 180[4]) u. a.
[2]) McClellan, Christie a. Horn s. S. 181[7]).
[3]) O'Kane s. S. 180[4]); Fleming a. Baker s. S. 180[3]); Higgins a. Pollard s. S. 179[2]); Pollard s. S. 180[4]); Newhall a. Lear s. S. 177[1]).
[4]) Gough s. S. 177[2]); Geiger, Klima der bodennahen Luftschicht, 3. Aufl. Braunschweig 1950.

Wirtspflanzen ein, weil dies Mittel nicht in der Lage ist, die in den Gallen eingeschlossenen Eier und Larven abzutöten, während Methylbromid jederzeit durchschlagend wirkt[1]). Bei Schadinsekten, die im Laufe des Jahres verschiedene Bodenschichten aufsuchen (*Myriapoda, Scarabaeidae, Elateridae*), ist chemische Bodenentseuchung vielfach nur dann von Erfolg begleitet, wenn sie zu einem Zeitpunkt erfolgt, an dem die Tiere sich in der Krume befinden, also wenn diese weder zu kalt, noch zu warm und trocken ist[2]); die zahlreichen Widersprüche in den Angaben über Bekämpfungserfolge gegenüber diesen Schädlingen sind darauf zurückzuführen, daß ihre Lebensgewohnheiten nicht immer hinreichend berücksichtigt werden. Es muß ferner damit gerechnet werden, daß verschiedene Rassen eines Schädlings unterschiedliche Giftresistenz aufweisen können[3]); soweit andere Gesichtspunkte nicht entgegenstehen, ist daher eine gewisse Überdosierung empfehlenswert, um der Möglichkeit der Auslese giftfesterer Rassen Abbruch zu tun. Im übrigen kann die Giftempfindlichkeit der Organismen durch die Umweltbedingungen abgeändert werden; in trockenem Zustand ist sie geringer, daher hat eine Bodenentseuchung in zu trockenem Boden wenig Sinn (s. o.). Ebenso ist sie bei tiefen Temperaturen herabgesetzt, sodaß Desinfektion bei Temperaturen unter etwa 4—7° C selbst dann wenig erfolgreich ist, wenn die physikalischen Voraussetzungen für das gewählte Mittel eine solche Anwendung zulassen[4]).

γ) Die Empfindlichkeit der Nutzpflanzen und Bodenorganismen

In ihrem Endeffekt fördert auch die richtig durchgeführte chemische Bodenentseuchung nach einiger Zeit das Pflanzenwachstum (vgl. S. 145). Dieser wachstumsfördernde Bodenzustand folgt dem anfänglichen wachstumshemmenden, künstlich geschaffenen Giftzustand (positive Wirkungsumkehr)[5]), jedoch sind die höheren Pflanzen gegen die unmittelbare Einwirkung der meisten Desinfizienzien empfindlich, so daß nach stärkeren Gaben eine mehr oder minder lange Schutzfrist bis zur Bestellung eingehalten werden muß. Beim Arbeiten in Beständen dürfen daher bestimmte Grenzkonzentrationen nicht überschritten werden. Systematische Arbeiten über diese Fragen liegen kaum vor, so daß hier nur aus den verschiedenen praktischen Erfahrungen (s. spezieller Teil) einige allgemeinere Schlüsse gezogen werden können.

Die Giftempfindlichkeit der verschiedenen Pflanzenarten ist spezifisch und schwankt innerhalb weiter Grenzen, wie insbesondere einige vergleichende

---

[1]) Vgl. u. a. de Ong 1948, s. S. 180[2]).

[2]) Vgl. z. B. Jones, E. W. a. Shirck, F. H., The seasonal distrib. of wirew. in the soil in rel. to th. contr. in the Pacif. Northwest. Jl. agr. Res. **65**, 1942, 125—142; Ilie, M. E., Exp.unters. ü. d. Verh. d. Maikäferengerl. (*Mel.* sp.). Zeitschr. angew. Ent. **29**, 1929, 529—600.

[3]) Z. B. bei *Actinomyces scabies:* Thomas, W. D., Growth a. var. of 6 phys. rac. of *Act. scab.* on diff. cult. media. Phytopathol. **37**, 1947, 319—331.

[4]) Stark, F. a. Lear s. S. 179[1]) u. a.

[5]) Korff, G. a. Ottensooser, F., Ü. d. Wirk. einiger Bodenbehandlungsmittel a. d. Pfl.wachstum. Arb. Biol. Reichsanst. **15**, 1928, 72.

Untersuchungen ausweisen[1]). Die Empfindlichkeitsordnung gegenüber verschiedenen Mitteln scheint sich aber zu überschneiden. Dauerorgane (trockene Samen) und ruhende Zustände (überwinternde Wurzelstöcke u. ä.) sind weniger empfindlich als in vollem Wachstum befindliche; zur Ausnutzung herbizider Wirkungen wird die Entseuchung daher nach der Samenkeimung usw. durchgeführt. Stark geschädigte Pflanzen (nach starken Fraß- oder Trockenschäden) sind oft wesentlich empfindlicher als normale, insbesondere bei der Anwendung von Mitteln, bei deren Anwendung bis in die Nähe phytotoxischer Konzentrationen gegangen werden muß, ist daher dringend anzuraten, bei der Dosierung auf den Gesundheitszustand der Pflanzen Rücksicht zu nehmen.

Die unverdünnten Injektionsmittel sind meist hochgiftig für Wurzeln und Stammteile und dürfen daher mit diesen nicht in Berührung kommen; entsprechende Sicherheitsabstände sind zu wahren, der Injektionsstrahl ist nicht gegen die Pflanzstelle zu richten. Bei ähnlicher Erfolgsaussicht sind Emulsionen vorzuziehen. Die Gefährdung der Pflanzen steigt mit zunehmender Temperatur infolge erhöhter Empfindlichkeit der Pflanzen[2]) und erhöhter Gaskonzentration im Boden (s. o.), sowie unter all den Bedingungen, die einer — u. U. nur örtlich — erhöhten Gaskonzentration in der Bodenluft und einer Verlängerung der Einwirkungszeit Vorschub leisten (schwere dichte Böden, plötzliche Durchnässung oder Abkühlung u. ä.).

Da keimende Samen und frisch gepflanzte Setzlinge besonders empfindlich sind, darf nach gründlichen Bodenentseuchungen im allgemeinen nicht gleich bestellt werden; die verschiedene Persistenz der Mittel im Boden, die darauf einwirkenden Standortsbedingungen und die spezifischen Empfindlichkeitsunterschiede der Pflanzen sind bei der Bemessung der Schutzfrist zu beachten (s. spezieller Teil). Im allgemeinen kann als Regel gelten, daß Samen etwas früher als Setzlinge und Flachwurzler früher als Tiefwurzler bestellt werden können. Austrocknung oder Bearbeitung des Bodens und hohe Temperatur verkürzen, Feuchtigkeit und kühle Temperatur verlängern die Schutzfristen.

Sicherlich wird auch die Bodenlebensgemeinschaft durch die chemischen Entseuchungsmittel beeinflußt; in einigen Untersuchungen wurde auch eine selektive Wirkung auf die Bodenbakterien festgestellt[3]). Die beobachteten Unterschiede scheinen sich aber, ähnlich wie nach Dämpfung des Bodens, ziemlich bald wieder auszugleichen. Der Anteil von Bakterien an der Flora der Rhizosphäre wird durch einige Mittel (Kupferkalk, Malachitgrün, Dithan, Thiocarbamat) vermindert, durch andere (Cetyltrimethyl- und Tetramethylammoniumbromid, Proflavin und Chlorchinone, Spergon, Phygon XL) erhöht; der letztere

---

[1]) Stark s. S. 179[3]); Morrison, H. E., Crowell, H. H., Crumb jr., S. E. a. Lauderdale, R. W., T. eff. of cert. new soil insectic. on plants. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 374—378.

[2]) Hanneson, H. A., Raynor, R. N. a. Crafts, A. S., Herbic. use of carb. bis. Calif. agr. exp. Sta. Bull. **693**, 1945.

[3]) Fleming a. Baker s. S. 180[3]); Wilson, J. K. a. Choudri, R. S., Eff. of DDT on cert. microbiol. proc. in soil. Jl. ec. Ent. **39**, 1946, 537—538; dies., T. eff. of benz. hexachl. on soil org. Jl. agr. Res. **77**, 1948, 25—32; Stark s. S. 179[3]); Stark, F. L., Lear, B. a. Newhall, A. G., Compar. of soil fumig. f. t. contr. of the root knot nema. Phytopath. **34**, 1944, 954—965.

Effekt wird als Folge primärer Wurzelschädigung gedeutet[1]). Einige Bodendesinfizienzien werden durch Bodenbakterien zersetzt, so Naphthalin[2]), Schwefelkohlenstoff[3]), Phenol und ähnliche Verbindungen[4]). Eine Schädigung der Regenwürmer tritt nur bei einigen Mitteln und sehr hohen Dosierungen ein[5]).

b) Nichtflüchtige Bodenentseuchungsmittel

Die Wirkung und Verteilung nichtflüchtiger Bodenentseuchungsmittel, gleichgültig ob es sich um Fraß- oder Kontaktgifte oder um osmotisch wirksame Stoffe handelt, hängt von den Löslichkeitsverhältnissen und der Adsorbierbarkeit bzw. Umsetzungsmöglichkeit im Boden ab; bei Anwendung im festen Zustand spielt die Teilchengröße eine bedeutende Rolle. Die Tiefen- und Breitenwirkung wird bei Anwendung im gelösten oder emulgierten Zustand ausschließlich durch die Eindringungstiefe der Flüssigkeiten, bei trockener Anwendung durch die Tiefe und den Grad der mechanischen Einmischung bestimmt. Systematische Untersuchungen über das Eindringen von Lösungen sind kaum durchgeführt[6]).

Die Anwendung nichtflüchtiger Giftstoffe soll im wesentlichen nach den oben dargelegten Gesichtspunkten (s. S. 178ff.) auf das biologische Verhalten der Schädlinge abgestimmt sein. Durch die Verwendung schwerlöslicher und langsam sich umsetzender Verbindungen, wie Bleiarsen oder Hexachlorcylohexan, in größeren Aufwandmengen ist der Anwendungsspielraum, soweit eine für die Pflanzenbestände nicht dauernd schädliche Dosis gegeben werden müßte, größer; denn solche Stoffe bleiben längere Zeit (unter Umständen über Jahresfrist) wirksam, als flüchtige oder zersetzliche Stoffe.

2. Praktische Anwendung

a) Zeitpunkt und Dosierung

Die Wahl des Anwendungszeitpunktes stellt meist ein Kompromiß zwischen den aus theoretischen Überlegungen sich ergebenden Gesichtspunkten mit den praktischen Notwendigkeiten dar, die sich aus den Betriebsverhältnissen und dem Schädlingsauftreten ergeben.

Je nach der Einordnung der Entseuchungsmaßnahme in die Ackernutzung lassen sich unterscheiden:

1. Vorentseuchung (Prädesinfektion, Präventiv-, Protektions-, Schutzverfahren, Desinfektion)[7]) durch Behandlung der ganzen Nutzfläche oder der

---

[1]) Halleck, F. E. a. Cochrane, V. W., T. eff. of fungist. agents on t. bact. flora of t. rhizosph. Pythopathol. **40**, 1950, 715—718.

[2]) Tattersfield, F., The decomposition of naphth. in the soil a. the eff. upon its insects. Ann. appl. Biol. **15**, 1928, 57; Fleming, W. E. a. Baker, F. E., The use of naphth. ag. the jap. beetle. U. S. Dept. Agr. Techn. Bull. **427**, 1934.

[3]) Pollard nach Gough s. S. 177[2]).

[4]) Moser, W., Biol. chem. Vorg. i. Erdboden. Landw.Vers.stat. **75**, 1911, 71–106.

[5]) Goffart, H., D. Wirk. neuart. insektiz. Mitt. a. Regenw. Anz. f. Schädl.k. **22**, 1949, 72—74 u. a.

[6]) Vgl. Hunt, O'Donell a. Marshall, s. S. 172[4]).

[7]) Whetzel, H. H. a. McCallan, G. E. A., Stud. on fungic. I. Concepts a. terminology. Cornell. Univ. agr. exp. Sta. Mem. **128**, 1930, 1—7.

zu bestellenden Streifen oder Pflanzstellen und ihrer näheren Umgebung vor der Bestellung,

2. Mitentseuchung (Simultandesinfektion) der Gesamtfläche oder der Pflanzstellen in der wachsenden Kultur,

3. Nachentseuchung (Postdesinfektion) nach der Ernte bzw. dem Abräumen der Kultur.

In der Praxis wird man, wo es möglich ist, die Vor- oder Nachentseuchung vorziehen. Die Arbeiten sind leichter durchzuführen und lassen sich, trotz der erforderlichen Schutzfristen, einfacher in die betriebliche Arbeitsfolge einordnen. Sie setzen allerdings voraus, daß die Schädlinge zur Zeit der Behandlung in einem erfaßbaren Stadium vorliegen. Sie haben ferner den Vorteil, daß eine gründlichere Vernichtung der Schädlinge ohne Rücksicht auf etwaige akute Pflanzenschädigungen erreicht wird. In der gemäßigten Zone liegen die Bodentemperaturen für die Entseuchung meist günstiger im Herbst; der Nachentseuchung kommt dabei vielfach die Anreicherung der Schädlinge an den Pflanzenrückständen zugute. Bei Prädesinfektionen kann man sich den letztgenannten Vorteil (unter gleichzeitiger Einsparung von Behandlungsfläche und Mittelaufwand) durch Aussaat von Fangpflanzen sichern, in deren unmittelbarer Umgebung dann allein entseucht werden kann (vgl. z. B. S. 191). Prädesinfektionen zu zeitigen Frühjahrskulturen müssen, um die Bestellung nicht zu verzögern, immer spätestens im vorausgehenden Spätherbst durchgeführt werden.

Die Dosierung richtet sich nach dem erstrebten Entseuchungsziel. Danach sind, vor allem bei Simultandesinfektion, Ausrottungs- und Schutzverfahren zu unterscheiden.

Ausrottungs- (Radikal-, Extinktiv-) verfahren erstreben restlose Abtötung der Schädlinge ohne Rücksicht auf die Erhaltung der Kulturpflanzen, die meist, z. B. bei Vernichtung von *Dactylosphaera* spp. oder *Leptinotarsa decemlineata*, geopfert werden. In erweitertem Sinn können als Ausrottungsverfahren alle Maßnahmen angesehen werden, durch die auf Feldflächen oder in Erdmengen restlose Vernichtung der Schädlinge erstrebt wird. Sie können auf ganzen Feldern oder auf einzelnen Herden (mit entsprechenden Sicherheitszonen) durchgeführt werden; Herdbereinigungen wurden auch irrig als Kulturalverfahren bezeichnet.

Schutz- (Kultural-, Sanierungs-, Kurativ-) verfahren erheben die Vernichtung oder wirtschaftliche Ausschaltung der Schädlinge unter Erhaltung des Pflanzenbestandes zum Ziele. Bei ihnen ist die Dosierung der Mittel durch die Empfindlichkeit der Pflanzen begrenzt (s. S. 183). Dadurch bleibt ein gewisser Schädlingsbestand erhalten, dessen Vermehrung baldige Wiederholung der Behandlung nötig macht. Das Ziel neuerer Kulturverfahren ist es, die Schädlinge so rasch und nachhaltig als möglich zu vernichten[1]), um eine neuerliche Behandlung unnötig zu machen oder möglichst lange hinauszuschieben.

Bei der Vernichtung eingeschleppter Schädlinge werden Dosierungen angewendet, die nicht wirtschaftlich sind und oft mehrere Jahre die Kulturfähigkeit des Bodens herabsetzen oder die Beobachtung des Bekämpfungserfolges beschränken. Für sie

[1]) Vgl. Stellwaag, F., D. neuzeitl. Kult.verf. u. s. Anw. Rheingauer Weinztg. **1950**, No. 17.

ist staatliche Wirtschaftshilfe nötig. Bei Ausrottungsverfahren im weiteren Sinn, die als betriebliche Maßnahme durchgeführt werden, sind die Dosierungen so zu wählen, daß die Böden in angemessener Zeit nach dem sinnvoll gewählten (s. o.) Behandlungszeitpunkt bestellbar werden und die Aufwendungen sich in wirtschaftlich tragbaren Grenzen halten. Viele Erfahrungen haben gelehrt, daß zur vollständigen (100%igen) Vernichtung eines Schädlings sehr hohe Mittelmengen nötig sind, während ein Bruchteil der Aufwandmenge bereits zu 80—90—95%iger Vernichtung führt. Abgesehen von Sonderfällen ist daher oft eine weitgehende partielle Bodenentseuchung, die den Ertrag der Kulturen für ein oder wenige Jahre sicherstellt, wirtschaftlicher als radikale Entseuchung, trotzdem erstere in regelmäßigen Abständen wiederholt werden muß. Der Aufwand kann noch dadurch vermindert werden, daß die Behandlung auf die bedrohten Pflanzreihen oder Pflanzstellen beschränkt wird (vgl. S. 190).

Beim Kulturalverfahren ist die Dosierung durch die Rücksichtnahme auf den Pflanzenbestand begrenzt und reicht selten zur Ausrottung der Schädlinge aus. Sie müssen daher, je nach den Lebensgewohnheiten des Schädlings, in verschieden langen Abständen wiederholt werden. Wird die Wiederholung in rascher Folge nötig, können aber Pflanzenschäden durch Akkumulierung der Wirkung eintreten[1]). Kulturbehandlungen können auf die Pflanzstellen begrenzt durchgeführt werden.

Die Angaben über die Dosierung gehen bei den neueren Vergasungsmitteln oft recht weit auseinander, die günstigsten Aufwandmengen sind offensichtlich in verschiedenen Gebieten nicht gleich; bei der Anwendung dieser Mittel richtet man sich daher am besten nach örtlichen Erfahrungen.

b) Technik der Anwendung

Bodenentseuchungsmittel können nach verschiedenen Verfahren angewendet werden:

A. Zur Behandlung gewachsenen Bodens.

1. Einheitlich auf der ganzen Fläche:
   a) Streuverfahren, bei dem staubförmige oder gekörnte Präparate evtl. gemischt mit Dünger von Hand, mit Düngerstreuern oder Spezialgeräten ausgebracht und durch Bodenbearbeitungsgeräte in tiefere Schichten eingebracht werden.
   b) Gieß-(Spritz-)verfahren, bei dem flüssige Mittel mit Gießkannen oder Spritzgeräten (evtl. besonderen Bodenspritzen, ground sprayers) ausgebracht werden.
2. Auf regelmäßig, ziemlich dicht verteilten Punkten: Injektionsverfahren, bei dem feste oder flüssige Mittel in vorgegrabene Löcher mit Löffel oder direkt mit Hilfe von Spezialgeräten (Bodeninjektoren) eingebracht werden (s. S. 189).
3. In parallelen Spuren, unter Umständen zusammen mit dem Saatgut: Drillverfahren, bei denen die Mittel laufend mit Hilfe umgebauter Ackergeräte oder besonderen Bodenentseuchungsmaschinen ausgebracht werden (s. S. 191).

---

[1]) Z. B. McLeod, W. S., Effect. of hexachlorocyclohexane on onion seedlings. Jl. ec. Ent. **39**, 1946, 815.

B. Zur Behandlung von Erd- und Komposthaufen kann das Streuverfahren, verbunden mit Umgraben des Haufens, sowie das Gieß- und Injektionsverfahren angewendet werden.

C. Zur Entseuchung kleiner Erdmengen kommt neben den genannten Verfahren die Bodenvergasung im eigentlichen Sinn in geschlossenen Trommeln in Frage, bei der die (festen oder flüssigen) Mittel in den Boden eingemischt oder auf den schichtweise eingetragenen Boden versprüht werden. Die Mischung wird dann eine entsprechende Zeit in der gasdicht verschlossenen Trommel belassen.

D. Zur Entseuchung der unmittelbaren Umgebung der Saat: Saatgutbehandlung, bei der die Mittel auf das Saatgut aufgebracht und mit diesem ausgedrillt werden (s. S. 191).

Die Aufwendungen sind für die einzelnen Verfahren sehr unterschiedlich. Hierüber wie über die Einsatzmöglichkeiten im praktischen Betriebe und über die Wahl der Verfahren wird am Schluß des Beitrags gesprochen.

Bei flüchtiger chemischer Bodenentseuchung muß für möglichst gleichmäßige Verteilung der Mittel sowohl auf der Fläche als auch in der Tiefe gesorgt werden. Streumittel werden, gegebenenfalls mit Trägerstoffen oder Düngemitteln, gestreut und mit Pflug, Egge u. ä., am besten mit der Scheibenegge oder Fräse, in den Boden eingearbeitet. Es sind auch Zuteilgeräte beschrieben worden, die das Mittel unmittelbar vor der Pflugschar oder den Hackzinken in den Boden bringen. Manche Mittel werden in gegrabene oder gestoßene Löcher verteilt (p-Dichlorbenzol, Naphthalin, Kalziumzyanid); zur Erleichterung und Verbilligung dieser Arbeit wurden besondere Geräte beschrieben[1]).

Lösungen und Emulsionen werden mit Kannen, Jauchefässern oder Spritzen ausgebracht.

Für die Anwendung flüssiger Vergasungsmittel sind in den letzten Jahren eingehende Arbeitsvorschriften ausgearbeitet worden[2]).

Die Anwendung solcher Mittel durch Einleiten des Dampfes durch Röhren in den Boden ist auf kleinen Flächen oder im Gewächshaus versucht worden, hat aber keine praktische Bedeutung[3]). Für ihre Anwendung in flüssiger Form ergaben sich folgende allgemeine Gesichtspunkte (Einzelheiten s. die einzelnen Mittel):

---

[1]) Barnard, W. S., Psyche **4**, 1884, 133; Jarvis, E., Queensld. agr. Jl. **19**, 1923, 206—207 und **21**, 1924, 325; Makhnovskii, P. L., (Apparat z. Anw. v. p-Dichlorbenz.) Vestn. Vinodel. Ukrainui. **29**, 1928, 170—171; Kostenko, M. K. (Üb. d. Frage d. mech. Geräte z. Einbringung v. p-Dichlorbenz. i. d. Boden). Trudi Oleshk. pischano meliorativn. dosvidn. Sta. Dosvidn. Viddil. II. 1928, 15; Miles, H. W., A. rev. of the present position w. reg. to soil insect. Jl. Bath. W. S. Co. Ass. **1928/29**, 1929.

[2]) S. u. a. Lange, H. W. jr., New developm. in soil insectic. Agric. Chem. **2**, 20—23, 68—69, 1947; Christie, J. R., Soil fumig. f. contr. of nema. a. other soil inhabit. organ. Pl. Dis. Reptr. **170**, 1947 (rev. 1. 4. 1948); Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Cook s. S. 180[4]).

[3]) Gaumont, L., La lutte contr. l. ravageurs sout. d. pl. marachairis. Serv. agr. Cie. P. L. M. **1927**, 137; Riley, H. K., A meth. of volatil. carb. bis. f. soil fumig. Jl. ec. Ent. **21**, 1928, 932; Thomas s. S. 169[1]).

A. Auf gewachsenem Boden, in Anzuchtbeeten und Gewächshausbeeten ist der Boden saatfertig herzurichten. Humusdünger ist vorher gut zu verteilen. Der Boden soll möglichst frei von Blüten und von zersetzten Pflanzenrückständen sein, da diese die gleichmäßige Verteilung der Dämpfe und auch die Einbringung durch Maschinen stören. Bearbeitung mit der Scheibenegge reicht meist nicht aus, die Flächen sollen gepflügt und geeggt sein.

Die Entseuchung wird durchgeführt, wenn der Boden mäßig feucht und die Bodentemperatur weder zu hoch noch zu niedrig ist. Keinesfalls darf die Temperatur niedriger als 4,5° C (40° F) sein, am günstigsten arbeitet man bei Bodentemperaturen zwischen 15° und 30° C (60—85° F). Die Mittel müssen mindestens 15—20 cm tief in den Boden gebracht werden. Leichter Niederschlag nach der Behandlung, der als Abdichtung der Bodenoberfläche dient, ist günstig. Die Aufbringung der Mittel richtet sich nach der Größe der zu behandelnden Fläche:

a) Zur Entseuchung kleinerer Feldflächen, von Saatbeeten und Gewächshausbeeten dient die Injektionsmethode.

Die beste Wirkung wird durch regelmäßig verteilte kleine Einzeldosen erzielt.

Theoretische Überlegungen[1]) ergeben folgende, für eine gleichmäßige Durchseuchung des Bodens optimale Verteilung der Injektionsstellen: durchgast ein Mittel in bestimmter Konzentration den Boden unter einer Kreisfläche vom Radius k mit ausreichender Wirkung, so beträgt die optimale Entfernung zwischen den Reihen der Injektionsstellen 1,5 k, während sie in den Reihen 1,732 k auseinanderliegen und die Injektionsstellen in den geradzähligen Reihen um 0,866 k gegenüber den ungeradzahligen versetzt sind. Jede Injektion durchgast einen der Oberfläche 2,598 k entsprechenden Bodenraum.

Die k-Werte hängen von der Flüchtigkeit und Menge des Mittels, der Bodenart, Bodenstruktur und dem Feuchtigkeitsgehalt ab[2]). Sie lassen sich bestimmen, indem kleine, mit Klümpchen von *Ditylenchus dipsaci* in Form von „Nematodenwolle" beschickte Gläschen an Kartonstreifen in regelmäßigen Abständen angebracht und diese in den Boden eingelegt werden. Die horizontale Entseuchungswirkung wird durch Einlegen x- oder y-förmiger Teststreifen, an deren 4 bzw. 3 Enden Injektionen liegen, besser erfaßt als durch einfache Streifen, an deren Anfang die Injektionsstelle liegt. Um auch die vertikale Wirkung zu erfassen, werden die x- bzw. y-Streifen etwa 15 cm in den Boden vergraben, darauf im Schnittpunkt der waagerechten Streifen senkrecht Pappstreifen mit Nematodengefäßen angebracht, die von der Bodenoberfläche bis auf etwa 26 cm Tiefe reichen. Die Abtötungsergebnisse werden bei hohen Bodentemperaturen nach 7, bei niederen nach 11—12 Tagen abgelesen. Die gefundenen k-Werte gelten natürlich nur für vergleichbare Dosen und Bodenverhältnisse.

Auf Grund solcher Untersuchungen wurden für die Entseuchung von Gewächshausbeeten Markierungsrahmen zur exakten Verteilung der Injektionsstellen konstruiert (für r = 6 inch = rd. 15 cm)[3]).

In der Praxis markiert man mit den der Wirkungsweite des Mittels entsprechenden Abständen kreuz und quer und injiziert in den ungeraden Reihen

---

[1]) Taylor, A. L., Efficient spacing of soil fumigants for field applications. Proc. Helminth. Soc. Wash. **6**, 1939, 62—66.

[2]) Newton, Bosher a. Hastings s. S. 181[3]); Chitwood, B. G., A rapid method f. determining k values of nematoc. Proc. Helminth. Soc. Wash. **6**, 1939, 66—70.

[3]) Chitwood, B. G., Frams f. spacing injections of soil nematodic. Proc. Helminth. Soc. Wash. **6**, 1939, 70—75.

an den Schnittpunkten der Markierungslinien, in den geraden Reihen in der Mitte zwischen zwei Schnittpunkten[1]).

An den markierten Punkten kann im einfachsten Fall mit einem Holz ein 20 cm tiefes Loch gemacht werden, in das die entsprechende Menge des Mittels mit einem Löffel eingegossen wird.

Rascher und genauer arbeitet man mit Bodeninjektoren (Spritzpfahl), von denen es auch für die einzelnen Mittel speziell konstruierte Modelle gibt. Ein nach Art eines Dibbelgerätes arbeitendes Motorgerät wurde beschrieben[2]).

Nach der Behandlung wird der Boden eingeebnet, entweder abgeharkt oder bei feuchtem Boden leicht angewalzt. Nach der Verwendung leicht flüchtiger Mittel ist eine Abdichtung der Bodenoberfläche binnen kürzester Zeit erforderlich. Bei Chlorpikrin und Methylbromid vermindert sich die Wirkung bereits, wenn mit der Abdichtung über 15 Minuten gezögert wird[3]); keinesfalls darf später als nach 2 Stunden abgedichtet werden[4]). Die Dichtung gelingt am billigsten durch Überbrausen mit Wasser (Wasserdichtung, water seal) (etwa 0,6 bis 1,3 l/qm); um maximale Wirkung zu erzielen, ist mit Gastuch oder stärkebehandeltem Papier abzudichten, notfalls auch mit Papier, Säcken oder Torf, wobei wasseraufsaugende Stoffe feucht zu halten sind. Bei nicht leicht flüchtigen Mitteln ist eine Abdichtung zwar nicht unbedingt erforderlich, bei trockenwarmem Wetter aber zweckmäßig.

Der entseuchte Boden wird nach der Behandlung einige Tage ungestört gelassen, dann die Abdeckung entfernt und das Verdampfen des Mittels abgewartet, ehe bestellt werden kann. Diese Schutzfrist hängt weitgehend von Bodenart, Feuchtigkeit und Temperatur ab. Sandige, gut gelockerte und trockene Böden, sowie höhere Temperaturen fördern das Abdunsten. Die Schutzfrist kann verkürzt werden durch Lockerung des Bodens bzw. durch Fräsen. Im zeitigen Frühjahr zu bestellendes Land wird, wenn es die Witterungsverhältnisse gestatten, bereits im Herbst entseucht.

Um in größeren Abständen zu setzende Pflanzen, wie Melonen, Obstbäume u. a., zu schützen, ist eine Entseuchung der Pflanzstelle zum Schutz gegen Nematoden ausreichend[4]). Für Wassermelonen wird z. B. eine Injektion an die Pflanzstelle empfohlen; nach der Schutzfrist kann dann an diese Stelle gesät werden. Für das Pflanzen von Obst (Pfirsichen und Feigen) ist eine Kreisfläche von 180 cm Durchmesser nach dem beschriebenen Verfahren zu entseuchen, in deren Mitte nach Ablauf der Schutzfrist gepflanzt wird; in schweren Böden empfiehlt es sich, die Injektionsstellen in geringerem Abstand zu wählen. Im übrigen sind die oben beschriebenen Gesichtspunkte sinngemäß zu beachten. Bei der Pflanzung darf zum Auffüllen des Pflanzloches natürlich nur entseuchte Erde verwendet werden.

---

[1]) Christie s. S. 188[2]).

[2]) Gastine n. Thiem, dies. Handb. 1. Aufl. S. 192; Vermorel, V. e. Crolas, Guide vigneron de l'agric. p. l'emploi d. sulf. d. carb. contr. le Phyllox et l. paras. d. pl. Libr. du Progrés agr. e. vitic. Rhone 1917; Zillig, H., dies. Handb. Bd. **6**; Swan, D. C. a. Stephen, V. A., An injector f. liquid fumig. Jl. Austr. Inst. agr. Sci. **8**, 1942, 26; Eater, S. S. a. Dun, W. J., A methylbromid injector. U.S.Dept. Agr. ET **203**, 1942; Anon., Soil fumig. equipm. now reaching market. Down to Earth **3**, (2), 6—8 u. a. m.

[3]) Newhall a. Lear s. S. 177[1]).

[4]) Christie s. S. 188[2]).

b) Die Entseuchung größerer Feldflächen erfolgt im Drillverfahren mit Geräten, welche die Mittel kontinuierlich 15–25 cm tief in den Boden bringen.

Zur Verteilung kleinster Mengen sind Pflüge beschrieben, die mit Vorratsbehältern und Zuteileinrichtung versehen sind[1]).

Für größere Flüssigkeitsmengen wurden nach Art des Jauchedrills arbeitende Geräte gebaut, die ursprünglich nur die Schwerkraft ausnutzten[2]), neuerdings mittels Pumpen die Flüssigkeiten in den Boden einspritzen und für Motorzug eingerichtet sind[3]). Auch Scheibeneggen mit Tank und Druckpumpe sind beschrieben[4]). Für die Anwendung von Emulsion können sie mit Emulgator versehen sein, der die Emulsion stets frisch bereitet.

Da der Wirkungsgrad solcher Maschinen etwas schlechter ist, als der der Handinjektoren, sind die Aufwandmengen der Mittel etwas höher zu wählen. Die übrigen Anwendungsregeln ergeben sich sinngemäß aus dem vorher Gesagten.

Ein ausreichender Entseuchungserfolg wird vor allem bei Kulturen, die in weiten Abständen gedrillt oder gepflanzt sind, durch Behandlung der unmittelbaren Umgebung der Pflanzstellen bzw. Drillreihen erzielt[5]). Die Kosten werden dadurch wesentlich herabgesetzt; allerdings kann auf diesem Wege keine vollständige Entseuchung erreicht und Spätschaden durch die aus den zu behandelnden Zwischenstreifen zuwandernden Schädlinge nicht unterbunden werden. Bei Vor- und Nachentseuchungen kann man ähnlich verfahren, wenn durch Ausdrillen von Fangsaaten die Schädlinge auf Drillreihen konzentriert werden.

c) Die Saatgutbehandlung verfolgt den gleichen Gedanken weiter: die Entseuchungsmittel werden beim Säen in die Reihen gebracht oder das Saatgut bereits vorher mit dem Mittel verbunden. Für die Ausbringung flüssiger Mittel bei der Saat sind besondere Geräte konstruiert worden[6]). Die eigentliche Samenbehandlung kann auf verschiedenen Wegen erfolgen[7]) [8]):

[1]) Vgl. z. B. Chauzit, B., Etat actuelle d. l. quest. d. phyllox. en France. Paris 1884; Vermorel e. Crolas s. S. 190[2]); Feytaud, J., Sur le material a employer o. l. Doryphore. C. R. Ac. agr. Fr. **9**, 1923, 361; Emmelyanova, N. A., Schädl. u. Krankh. kautschuktragender Pfl. I. Sov.Un. wiss. Forsch.Inst. f. Kautschuk u. Guttapercha, Moskau, 1935, 81; neuere Typen s. Anon., A novel attack upon soil pests. Impl. Nach. Rev. **780**, 1940, 1154; Campbell, L., Plow applicator f. liqu. soil fumig. Sta. Coll. Wash. Western Wash. exp. Sta. Mimeo Circ. **141**, 1947; Cook, W. C. a. Lane, M. C., T. appl. of soil fumig. w. a. plow. U.S. Dept. Agr. Bur. Ent. Pl. Quar. ET **236**, 1947.

[2]) Z. B. Davis, J. J., Misc. soil insectic. tests. Soil Sci. **10**, 1920, 61.

[3]) Strong, L. A., Rep. Chief Bur. Ent. Pl. Quar. U.S.Dept. Agr. Wash. 1931; Fleming a. Baker s. S. 180[3]); Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Lange s. S. 188[2]) u. a. m.

[4]) Z. B. Leach, B. R., Contr. jap. beetle in lawns. Penns. Dep. Agr. Gen. Bull. **410**, 1925; Merrit, J. M., Dibble, C. B. a. Robey, O. E., A meth. of rapidly appl. liqu. soil insectic. Jl. ec. Ent. **26**, 1933, 580; Morrison, H. E., Mote, D. C. a. Laude, R. N., The use of a Rototiller f. appl. of soil fumig. Jl. ec. Ent. **38**, 1945, 409.

[5]) Vgl. für Kalziumcyanid S. 240.

[6]) Z. B. Anderson, P. J., a. Osmun, A. V., An improv. form. tank. f. onion drill. Phytopath. **13**, 1923, 161.

[7]) Lange, W. H., Carlson, E. C. a. Leach, L. D., Seed treatm. f. wirew. contr. w. part. ref. to the use of Lindan. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 942—955; u. a.

[8]) Über die Abgrenzung der Begriffe „Samenbehandlung" und „Saatbeize" vgl. Rademacher, B., Saatg.beiz. u. Saatg.beh. n. d. heut. Stand uns. Kenntn. Saat und Ernte **1**, 1949, 197—200.

1. Die staubförmigen Mittel werden in Beiztrommeln mit dem Saatgut vermischt; da oft höhere Dosierungen als bei den eigentlichen Trockenbeizen verwendet werden müssen, ist die Gefahr schlechten Anhaftens und nachfolgender Entmischung in der Drillmaschine größer. Dies kann durch Übersprühen mit Wasser (mit Preßluft oder Spritzpistole) während der Mischung vermieden werden.

2. Suspensionen oder Lösungen der Mittel können ebenfalls mit Spritzpistolen oder ähnlichen Geräten unter Bewegung des Gutes aufgebracht werden; unter Umständen werden Lösungen in rasch verdunstenden organischen Lösungsmitteln (z. B. Azeton) verwendet.

3. Ein hochkonzentrierter Brei (slurry treatment) wird mittels besonderer Geräte (slurry trezter) auf das Saatgut gebracht; die hierzu nötige Mittelmenge wird in einem geringen Flüssigkeitsvolum (etwa 6 ccm je kg Saatgut) angerührt.

4. Neuerdings werden kleine oder unregelmäßig geformte Sämereien (z. B. Zwiebeln) zur Erzielung gleichmäßiger Verteilung beim maschinellen Drillen durch Umhüllung mit Suspensionen von inertem Material in Haftstoffen (Zelluloseäthern u. ä.) zu gleichmäßigen Kugeln geformt[1]; durch Beifügung von Entseuchungs- und Beizmitteln zu der Füllmasse kann gleichzeitig eine Samenbehandlung erfolgen.

B. Die Entseuchung von Kompost und Topferde kann in geschlossenen Behältern oder in offenen Kisten und Haufen durchgeführt werden. Der Boden soll saatfertig gerichtet, einige Tage vorher befeuchtet und nicht zu kühl gelagert sein, damit auch die Unkrautsamen angekeimt sind; organische Dünger sind vor der Behandlung beizumischen[2]).

a) Als Behälter können z. B. Stahltrommeln von 50—60 cm Durchmesser und 90 cm Länge dienen. Diese werden zuerst 15 cm hoch gefüllt, der Boden geglättet und etwa 20 cm des Mittels gleichmäßig auf die Oberfläche verteilt, sofort mit weiteren 30 cm Erde bedeckt, die glattgestrichene Oberfläche wird wieder behandelt und so weiter, bis die Trommel so weit gefüllt ist, daß nur mehr eine Deckschicht von 15 cm darauf Platz hat. Die Oberfläche wird mit Wasser besprüht und der Behälter möglichst gasdicht abgeschlossen. Die Arbeiten müssen im Freien durchgeführt werden, wobei der Arbeiter auf der Windseite des Behälters steht.

b) In rechteckigen Haufen (oder offenen Behältern) geht man so vor, daß man Oberfläche und Seiten gut glättet und wie oben markiert. Ist die Erdlage etwa 30 cm, so werden die Injektionen etwa 15 cm tief vorgenommen, ist sie 60 cm, wird eine Reihe von Injektionen in 15, eine andere in 45 cm Tiefe gegeben bzw., wenn dies technisch nicht durchführbar ist, der Haufen zuerst auf 30 cm aufgeschüttet, diese Schicht in 15 cm Tiefe injiziert, und mit der nächsten 30-cm-Lage entsprechend verfahren. Bei offenen Haufen wird auch von der Seite in entsprechenden Abständen injiziert. Dann werden die Außenflächen glatt geharkt, mit Wasser übersprüht und zusätzlich abgedichtet (s. o.).

c) Zur Entseuchung kleinster Erdmengen in Töpfen oder an Wurzelballen von Versandpflanzen werden diese in Emulsionen eingetaucht[3]).

Fast alle Bodenentseuchungsmittel sind ätzende oder giftige Stoffe, deren Benutzung Vorsicht erfordert. Abgesehen von allgemeinen Vorsichtsmaßregeln ist beim Arbeiten mit flüchtigen Stoffen besonders zu beachten:

1. Vermeide möglichst das Einatmen, auch wenn keine Reizwirkung hierbei auftritt!
2. Vermeide die Berührung der Haut; etwaige Spritzer sofort mit Seife und Wasser abwaschen und die betroffenen Stellen unbedeckt an der Luft lassen!

---

[1]) Linn, M. B. a. Newhall, A. G., Comp. of two meth. of pelleting onion seed in the contr. of smut. Phytopath. **38**, 1948, 218—221.

[2]) Newhall a. Lear s. S. 171[1]).

[3]) Fleming a. Baker s. S. 180[3]) u. a. m.

3. Bespritzte Kleidungsstücke, auch Schuhe und Handschuhe, sind sogleich abzulegen. Im allgemeinen ist das Tragen von Handschuhen aber nicht nötig.
4. Unter allen Umständen ist zu verhüten, daß die Mittel in die Augen und in den Mund kommen!
5. Viele Mittel, vor allem Säure und Chlorverbindungen, korrodieren; Metallgeräte sind gleich zu entleeren und gründlich zu säubern.

3. Vergleich der Wirksamkeit von Bodenentseuchungsmitteln

Für die Einführung und wirtschaftliche Gestaltung der Bodenentseuchung in größerem Umfang sind möglichst exakte Unterlagen über den Wirkungsgrad und die Wirkungsbreite der einzelnen zur Verfügung stehenden Mittel erforderlich. Solche Untersuchungen, deren methodische Entwicklung zwar in den letzten 10 Jahren erheblich gefördert, aber noch nicht völlig geklärt wurde[1]), vermitteln gleichzeitig ein tieferes Verständnis für die Wirkungsweise der Mittel und für etwaige Zusammenhänge zwischen Konstitution und Wirkung.

Um ein abgerundetes Bild über die Wirkungsweise eines Mittels zu erhalten, muß dessen Giftigkeitsgrad gegenüber den wichtigsten Repräsentanten der Bodenschädlinge, die Abwandlung und Beständigkeit der Toxizität im Boden, die Eindringungs- und Ausbreitungsfähigkeit im Boden und schließlich die Einwirkung der Mittel auf Pflanzenbestände geprüft werden.

a) Toxizitätsbestimmung

Will man durch Bodeneinwirkung und technische Schwierigkeiten der Versuchsanstellung unbeeinflußte Toxizitätswerte erhalten, so sind Laboratoriumsuntersuchungen unter möglichst konstanten Umweltbedingungen mit wäßrigen Lösungen oder in geschlossenen Dampfräumen zweckmäßig, vor allem um eine Vorauslese unter einer größeren Zahl von möglichen Wirkstoffen zu treffen. Trotzdem es für die Bestimmung absoluter Giftigkeitsschwellen nebensächlich ist, in welchem Medium die Untersuchungen durchgeführt werden (dies beweist u. a. die Entdeckung der bodenentseuchenden Wirkung des β,β-Dichloräthyläthers in den Versuchen von Lehmann[2]) in wäßrigen Medien), wird die praktische Auswertung solcher Prüfungen erleichtert, wenn nur in Lösung wirksame Mittel in wäßrigen Medien, gasförmig wirksame in Gaskammern geprüft und Bedingungen gewählt werden, die denen der praktischen Anwendung möglichst entsprechen. Ein vertiefter Einblick in die Wirkungsweise wird gewonnen, wenn die Schädlinge verschieden lang der Giftwirkung ausgesetzt bleiben: auf diese Art kann die fungistatische und fungizide (bzw. bakteriostatische und bakterizide)[3]) und die reizende, lähmende und tödliche Wirkung auf Nematoden und Insekten gesondert festgestellt werden.

---

[1]) Betr. der Prüfungstechnik vgl. den Abschnitt „Biologische Prüfung der Pflanzenschutzmittel", in diesem Handbuch.

[2]) Lehmann, R. S., Lab. exp. w. var. fumig. ag. the wirew. *Limonius* (*Pheletes*) *calif.* Mann. Jl. ec. Ent. **26**, 1933, 1042; ders. s. S. 180[1]).

[3]) Z. B. Ezekiel, W. N., Eval. of some soil fungic. by lab. in tests with *Phymat. omniv.* Jl. agr. Res. **56**, 1938, 553—578.

Entsprechende Verfahren sind zur Feststellung der fungiziden Wirkung[1]), der Reiz- und Giftwirkung auf Nematoden[2]), sowie der Prüfung von Insektiziden in wäßriger[3]) und gasförmiger[4]) Phase ausgearbeitet.

Aus technischen Gründen können Laboratoriumsuntersuchungen im allgemeinen nur mit einzelnen Arten von Bodenschädlingen durchgeführt werden; es ist aber zweckmäßig, aussichtsreiche Mittel mit einer größeren Anzahl von Organismen zu prüfen, da insbesondere die neueren Mittel öfters eine mehr oder minder spezifische Wirkung ausüben können (s. spezieller Teil); entsprechendes gilt für die Prüfung verschiedener Entwicklungsstadien der Bodenorganismen, da Dauerorgane von Pilzen (Sklerotien!), ältere Entwicklungsstadien von Insekten und Nematodengallen gegen Mittel resistent sein können, die andere Stadien vernichten (vgl. S. 182).

Für alle Laboratoriumsversuche sind relativ große Mengen physiologisch gleichwertiger Organismen nötig. Diese können in nur seltenen Fällen durch Aufsammeln aus dem Felde gewonnen werden; ihre Lebensfähigkeit (bzw. Keimfähigkeit) muß vorher geprüft werden. Dies kann Infektionsversuche oder indirekte Methoden[5]) erfordern. Andererseits ist es schwierig, in Laboratoriumszuchten Bodenschädlinge, vor allem Insekten zu erhalten, da bei der unvermeidlichen Zusammendrängung vieler Tiere auf engem Raum leicht Seuchen um sich greifen und auch ohne deren Auftreten Entwicklungsstörungen durch die Verengung des Lebensraumes des Einzeltieres nicht selten sind[6]).

Die Einschaltung eines wohlbekannten Vergleichsmittels in die Prüfungen neben einer unbehandelten Kontrolle ist daher in allen Fällen erforderlich. Bei langfristigen Versuchen in Böden muß die Zahl der Versuchstiere je Gefäß so gering bemessen werden, daß gegenseitige Störung und Kannibalismus (Engerlinge!) ausgeschlossen werden.

Bodenfrei durchgeführte Giftwertbestimmungen müssen für die praktische Bewertung ergänzt werden durch Bestimmung der relativen Durchdringungsfähigkeit der Mittel im Boden, da Mittel gleicher Toxizität sich im Boden gemäß ihrer verschiedenen Durchdringungsfähigkeit ganz verschieden auswirken können. Brauchbare Untersuchungsverfahren wurden bei der theoretischen Bearbeitung dieser Frage ausgearbeitet (s. S. 179). Für die praktische Mittelprüfung ist ein Zylinder geeignet, in dessen Bodensäule in verschiedenen Höhen Testtiere eingebracht werden und dessen Stutzen so angesetzt sind, daß die

---

[1]) Z. B. Davey, A. E. a. Leach, L. D., Exp. w. fungic. f. use ag. *Scler. rolfsii* in soils. Hilgardia **13**, 1941, 523—548; Mason, C. L. a. Powell, D., A *Pythium* plate meth. of eval. fungic. Phytopath. **37**, 1947, 527—528.

[2]) Rensch, B., Zwei quant. reizphys. Unters.meth. Zeitschr. wiss. Zool. **123**, 1925, 488—497; Rademacher, B., Reizphys. Beob. am Rübennema. (*Het. schachtii* Schm.). Arch. f. Pfl.bau **3**, 1930, 750—787.

[3]) Lehmann s. S. 193[2]); Fleming, W. E., The comp. value of carb. bisulfide a. oth. org. comp. as soil insectic. f. the contr. of jap. beetle (*Pop. jap.* Newm.). N. J. agr. exp. Sta. Bull. **410**, 1925.

[4]) Tattersfield, F. a. Roberts, A. W. R., The infl. of chem. const. on the toxic. of org. comp. to wirew. Jl. agr. Sci. **10**, 1920, 199—232; vgl. auch Bovingdon, H. H. S., An improv. lab. app. f. fumig. exp. Ann. appl. Biol. **21**, 1934, 704; Lehmann s. S. 193[2]); Thalenhorst, W., Senföl (Allylisothiocyanat) als Kampfmittel gegen den Maikäferengerling. Anz. Schädlk. **13**, 1937, 15—17.

[5]) Rensch s. S. 194[2]); Bremer, H., Kohlhernie. Landw. Jahrb. **59**, 1924, 673—685.

[6]) Gough s. S. 177[2]).

horizontale und vertikale Durchdringung unter gleichen Temperatur-, Feuchtigkeits- und Bodenlagerungsbedingungen beobachtet werden kann[1]).

Die Ergebnisse bodenfrei durchgeführter Laboratoriumsuntersuchungen sind nur bedingt auf Gefäßversuche zu übertragen. Infolge der Absorption, Umsetzung, Verdampfung und Auswaschung der Mittel kann der Wirkungsschwellenwert erheblich gesteigert bzw. die Wirkung weitgehend herabgesetzt werden[2]); so verminderte sich die Zahl der gegen *Heterodera schachtii* wirksamen Stoffe im Gefäßversuch erheblich gegenüber den Ergebnissen in reinen Lösungen[3]). Erstere werden daher für praktische Bewertungen vorgezogen. Ihre Durchführung ist relativ einfach[4]).

Die Mittel müssen gleichmäßig verteilt sein; sie werden entweder dem Boden beigemischt oder in einer der praktischen Anwendung entsprechenden Form gestreut und oberflächlich eingearbeitet, injiziert oder gegossen. Je nach der geplanten Fragestellung wird entweder natürlich oder künstlich (gleichmäßig) verseuchter Boden behandelt oder die Verseuchung einige Zeit nach der Behandlung vorgenommen. Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, müssen alle Bedingungen, die die Entseuchungswirkung abwandeln können (s. S. 181), so gleichmäßig als möglich gehalten werden: Entwicklungsstadium und Gesundheitszustand des Testorganismus, Temperatur (am besten Thermostaten)[5]), Feuchtigkeit, Bodenart (Krume oder Untergrund, keine Schichtenvermischung), Verdichtung des Bodens beim Einfüllen, Versuchszeit.

Bei Versuchen mit beweglichen Bodeninsekten empfiehlt sich eine Versuchsanstellung, die ein Abwandern der Tiere zur Feststellung abschreckender Wirkung ermöglicht (übereinandergestellte Metallzylinder mit Siebböden)[6]). Als Auswertungsgrundlage kann entweder die Isolierung der überlebenden Schädlinge (Ausgießen von Agarplatten, Aussieben der Schädlinge), der Befallsgrad an eingesäten Pflanzen [Auszählen der in Wurzeln eingewanderten Älchen[7]), Pilze[8]) der gebildeten Gallen[9])] oder der Beschädigungsgrad (Befallsindex) bzw. der Ertrag eingesäter Pflanzen dienen[10]). In allen Fällen muß Anordnung und Umfang der Versuche (Wiederholungen) so geplant werden, daß

---

[1]) Beran s. S. 180[4]). [2]) Z. B. Tattersfield, s. S. 185[2]).

[3]) Rademacher, B. u. Schmidt, O., Die bish. Erf. i. d. Bek. d. Rübennema. (*Het. schachtii.* Schm.) a. d. Wege d. Reizbeeinfl. Arch. Pfl.bau **10**, 1933, 237—296.

[4]) Z. B. für Fungizide: Bremer, H., Wehnelt, B., Brandenburg, E., Meth. z. Prfg. von Pfl. u. Vorratsschutzm. XIX. Mitt. Biol. Reichsanst. **55**, 1937, 61—79; Stark a. Lear s. S. 179[1]).

f. Nematozide: Rademacher u. Schmidt s. S. 195[3]); Stark a. Lear s. S. 179[1]); Smith, A. L. a. Taylor, A. L., Field meth. of test. f. root knot infest. Phytopath. **37**, 1947, 85—93.

f. Insektizide: Tattersfield a. Roberts s. S. 194[4]); Gough s. S. 177[2]); Fleming, W. E., Rel. eff. of acid lead ars. a. oth. mat. as stomach poisons f. the larv. of jap. beetle. U. S. Dept. Agr. techn. Bull. **788**, 1942.

[5]) Vgl. Gough s. S. 177[2]); Fleming s. S. 194[4]) u. a.

[6]) Gough s. S. 177[2]).

[7]) Rensch s. S. 194[2]).

[8]) Samuel, G. a. Garret, S. D., The infected root hair count f. estim. the activ. of *Plasm. brass.* Wor. in the soil. Ann. appl. Biol. **32**, 1945, 96—101.

[9]) Stark a. Lear s. S. 179[1]).

[10]) Bremer, Wehnelt, Brandenburg s. S. 195[4]).

bei Berücksichtigung der zahlreichen Fehlerquellen doch ein statistisch gesichertes Ergebnis erwartet werden kann. Zahlreiche Untersuchungen über Bodenentseuchung leiden an der großen Unsicherheit, die durch Nichtbeachtung dieses Grundsatzes bedingt ist. Ist z. B. aus biologischen Gründen nur eine geringe Besetzung des Einzelversuchs mit den zu prüfenden Insekten möglich, so muß die durch die individuellen Unterschiede der Tiere verursachte Fehlerquelle durch entsprechende Vermehrung der Wiederholungszahl und (soweit möglich) sorgfältige Auslese gesunder und biologisch gleichwertiger Tiere ausgeglichen werden. Für Versuche mit Drahtwürmern z. B. werden je 5 Wiederholungen zu je 20 Tieren empfohlen[1]). Es empfiehlt sich, aus der in Kontroll- oder Vorversuchen ermittelten Schwankungsbreite der Ergebnisse die Versuchsplanung für den Hauptversuch zu ermitteln, die statistisch gesicherte Ergebnisse erwarten läßt.

b) Feldversuche

Entscheidend für die praktische Bewertung eines Mittels sollte immer der Feldversuch bzw. die Erprobung unter praktischen Bedingungen im Gewächshaus nach den Grundsätzen des Feldversuches sein. Die Durchführung solcher Versuche muß möglichst den Anwendungsformen in der Praxis angepaßt sein, damit die Verteilung der Mittel im Boden (soweit diese nicht in gesonderten Versuchen bestimmt wird; s. S. 179) und andere Nebenumstände im richtigen Maß erfaßt werden. Hinsichtlich der Versuchsplanung gelten die Grundsätze für Gefäßversuche; wegen der immer ungleichen Verteilung der Schädlinge auf gewachsenen Flächen ist für zufallsmäßige Verteilung der gleichbehandelten Parzellen zu sorgen, da eine gleichmäßige, künstliche Verseuchung meist technisch nicht durchführbar ist[2]). Der Schädlingsbefall wird am besten vor und nach der Behandlung bestimmt, wobei die Probenahme die Erfassung eines statistisch gesicherten Mittels gewährleisten soll[3]). Für Drahtwurmbekämpfungsversuche sind die technischen und statistischen Voraussetzungen für solche Versuche eingehend bearbeitet[4]). Über die zweckmäßigsten Parzellengrößen liegen noch wenige Erfahrungen vor: sie darf nicht zu klein sein, um nicht allzusehr durch Schwankungen der Populationsdichte gestört zu werden, soll aber auch die für

---

[1]) Gough s. S. 177[2]).

[2]) Beispiele: Hammond, G. U., Contr. of *Phyllophaga* spp. beetles w. DDT a. benz. hexachl. Circ. Serv. Dep. Agr. Can. **2532**; f. Nematoden: Rademacher u. Schmidt s. S. 195[3]).

[3]) Z. B. f. Nematoden: Cobb, Estim. t. nema popul. of soil w. spec. ref. to t. sugarbeet a. rootgall nemas. U. S. Dept. Agr. Bur. Pl. Ind. Techn. Circ. **1**, 1918; Baunacke, Unters. üb. Biol. u. Bek. d. Rübennema. *Het. Schachtii.* Arb. Biol. Reichsanst. **11**, 1922, 185—288.

f. Engerlinge: Fleming, W. S. a. Baker, F. E., A meth. f. estim. popul. of larv. of t. jap. beetle in t. field. Jl. agr. Res. **53**, 1936, 319—331; ferner Ladell, W. R. S., A new appar. f. separ. ins. a. oth. arthrop. fr. t. soil. Ann. appl. Biol. **23**, 1936, 862; u. a.

[4]) Ladell, W. R. S., Field exp. on the contr. of wirew. Ann. appl. Biol. **25**, 1938, 341; Jones, E. W., Pract. field meth. sampl. soil. f. wirew. Jl. agr. Res. **54**, 1937, 123; Cockbill, G. F. et al., Wirew. pop. in rel. to crop prod. I. A. large scale flotation meth. f. extr. wirew. fr. soil sampl. et res. fr. a. surv. of 6000 fields. Ann. appl. Biol. **32**, 1945, 148—163.

die betreffende Feldfrucht üblichen Parzellengrößen nicht allzusehr überschreiten.

In Gewächshäusern[1]) sind 9,3 qm für Kleinparzellenversuche[2]) (0,8—8,4 qm) vorgeschlagen, letztere werden aber nur für Zwischenprüfung vor der Anlage der endgültigen Großparzellenversuche für geeignet erachtet. Um die bei Kleinparzellen gefährliche Beeinträchtigung des Ergebnisses durch Abwanderung beweglicher Bodeninsekten und durch Nachbarwirkung zu vermeiden, kann man feste Trennwände (Blech, Glas) zwischen die Parzellen bringen: man nimmt damit empfindliche Störungen der Bodenstruktur in Kauf; andererseits ist bei Kleinparzellenversuchen eher die Möglichkeit künstlicher Verseuchung gegeben. Die Auswertung von Feldversuchen kann durch Zählung der Schädlinge in Bodenproben (evtl. aus verschiedenen Bodentiefen) oder der beschädigten Pflanzen je Flächeneinheit oder durch Ertragsbestimmungen erfolgen. In allen Fällen muß bei der Probenahme die Randwirkung der Nachbarparzellen berücksichtigt bzw. ausgeschaltet werden[2]). Bei der Beurteilung der Ergebnisse muß berücksichtigt werden, daß sie exakt nur für die betreffenden Boden- und Witterungsverhältnisse gültig sind. Die phytotoxische Wirkung wird meist in Gefäßversuchen bestimmt[3]).

Aus den relativ wenigen Vergleichsversuchen mit einer größeren Zahl von Mitteln ergeben sich folgende Beziehungen: in älteren Versuchen[4]) auf tomatenmüden Böden wurden Formaldehyd und Pyridin am wirksamsten, Kresol, Phenol, Kalziumsulfid, Schwefelkohlenstoff, Toluol, Benzol und Petroleum als zweite Wirksamkeitsklasse und Naphthalin und Nitrobenzol als am wenigsten wirksam befunden. Unter den neueren, gasförmigen Mitteln[5]) sind Chlorpikrin und Dichlorpropan-Dichlorpropylen stark fungicid; Methylbromid hat etwas fungizide Wirkung, die übrigen versagen gegen Pilze; als Nematozide ordnen sie sich in folgender Reihenfolge: Dibromäthan, Dichlorpropan-Dichlorpropylen-Mischung, Methylbromid, Chlorpikrin[6]). Veränderung der Temperatur kann zu einer Umkehrung der relativen Giftwerte führen[7]); so ist die zur Abtötung von 90% der Larven von *Limonius californicus* im feuchten Boden nötige Dosis (LD_{90}) bei 5° C 40,2 mg/l Dibromäthylen, 13,2 mg/l Dichlornitroäthan und 46,0 mg/l Dichlorpropan-propylen; bei 20° C betragen die entsprechenden Werte 11,5 bzw. 12,0 bzw. 24,0, bei 25° C 5,4 bzw. 13,5 bzw. 20,0 mg/l. Die Ergebnisse verschiedener Untersucher mit unterschiedlicher Methodik stimmen im allgemeinen gut überein, wie die Auswahl der Werte für einige Insektizide in Übersicht 1 zeigt:

---

[1]) Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]).
[2]) Gough s. S. 177[2]).
[3]) Rademacher u. Schmidt s. S. 195[3]) u. a.
[4]) Russel 1914 s. S. 172[3]); Darbishire, F. V. a. Russell, E. J., The infl. of part. steriliz. Jl. agr. Sci. **2**, 1907/08, 305—326; Fant, G. W., Moore, W. D. a. Peterson, A., Response of germin. corn a. white grubs to paradichlorbenz. a. oth. chem. N. Jers. agr. exp. Sta. Ann. Rep. **1923**, 465—475; Matthews, A., Part. steriliz. of soil by antiseptics. Jl. agr. Sci. **14**, 1924, 1—57.
[5]) Stark a. Lear s. S. 179[1]); vgl. auch Davey a. Leach s. S. 194[1]).
[6]) Zentmyer, G. A. a. Kendrick, J. B., Fungic. act. of vol. soil fumig. Phytopath. **39**, 1949, 864. [7]) Cook s. S. 180[4]).

Übersicht 1:

Giftwerte ausgewählter Bodeninsektizide

	Tattersfield[1])	Fleming[2])		Lehmann[3])	Thalenhorst[4])	
	in Dampf	Dampf	Lösung	Dampf	Dampf	Std.
Allylisothiocyanat .	0,75	—	—	0,16	3	24
β-Dichloräthyläther .	—	—	—	0,9	—	—
Chlorpikrin	2	—	—	0,69	5	24
Phenol	10,6	4	592	—	—	—
p-Dichlorbenzol . .	—	22	322	—	167	24
Blausäure	20	—	—	—	—	—
Calciumcyanid . .	—	16	—	—	—	—
Schwefelkohlenstoff	526	44	215	51,5	262	24
Formaldehyd . . .	—	44	—	—	—	—
Tetrachlorkohlenstoff	1600	796	—	—	1775	120
Naphthalin	ungenügend	8	150	—	81	288

Aus älteren Versuchsreihen mit Drahtwürmern leiten die Autoren ab[5]), daß aromatische Kohlenwasserstoffe und Halogenverbindungen wirksamer sind als aliphatische und sich die Kernsubstituenten des Benzols in absteigender Wirksamkeitsreihe folgendermaßen ordnen: Dimethylamino-, Hydroxyl-, Nitro-, Amino-, Jod-, Brom- und Methyl-; die Wirkung der Verbindungen nimmt im allgemeinen mit steigendem Siedepunkt ab[6]). Aus umfangreichen Prüfungen der Vertreter verschiedenster Stoffklassen gegen *Heterodera schachtii* ließen sich keine konstitutionellen Beziehungen ableiten[7]). Es wird aber eingehenderen Untersuchungen vorbehalten bleiben, ob diese Regeln allgemeine Gültigkeit besitzen oder ob andere, vielleicht auch molekular-physikalische Eigenschaften eine bedeutende Rolle spielen[8]).

Die einzelnen Bodenentseuchungsmittel

Die Mittel sind in diesem Abschnitt möglichst nach der chemischen Natur des wirksamen Bestandteiles geordnet; eine in jeder Hinsicht unanfechtbare Ordnung ist allerdings kaum durchzuführen. Innerhalb der einzelnen Abschnitte wird zuerst eine allgemeine Kennzeichnung der Mittel und ihrer Anwendungsmöglichkeiten und dann stichwortartig eine Übersicht über die bisherigen

---

[1]) *Agriotes* sp. Giftwert in 10^{-6} g/1000 ccm Luftraum, Einwirkung 1000 Minuten bei 15° C.

[2]) *Popillia japonica*. Dosis minima lethalis (mg/l), Einwirkung 24 Stunden bei 26,7° C.

[3]) *Limonius californicus*. Mittlere Dosis lethalis (LD_{50}), Einwirkung 5 Stunden.

[4]) *Melolontha hippocastani*. Dosis minima lethalis (mg/l), Einwirkung 24 oder auch mehr Stunden.

[5]) Tattersfield a. Roberts s. S. 194[4]).

[6]) Fleming s. S. 194[3]); Lehmann s. S. 193[2]).

[7]) Rademacher u. Schmidt s. S. 195[3]).

[8]) Thalenhorst s. S. 194[4]).

Erfahrungen (geordnet nach Schädlingen) gegeben[1]). Zahlreiche ältere und eigentlich überholte Angaben wurden aufgenommen, da sie auch im neueren Schrifttum gelegentlich verwendet werden.

Mittel von geringerer Bedeutung, die sich nicht zwanglos in diese Abschnitte einfügen lassen, sind am Schluß zusammengefaßt.

1. Alkali und Erdalkaliverbindungen

a) Kalisalze

Früher wurden mehrfach Kalisalze, vor allem das Kalirohsalz Kainit, als Insektizid und Nematozid, in Gaben von 30—2000 g/qm empfohlen. Abgesehen davon, daß hohe Gaben pflanzenschädlich wirken, sind die Versuchsergebnisse widerspruchsvoll. An Drahtwürmern wurde die Wirkung von Kainit entweder als osmotisch bedingte Störung des Wasserhaushaltes der feuchtigkeitsliebenden Tiere[2]) oder aber als Giftwirkung des Kaliumions[3]) erklärt; dabei stellte sich heraus, daß Drahtwürmer aus Sumpf- und Moorböden viel höhere Konzentrationen an Kainit vertragen als die von Sand und Lehmboden[4]). Neuerdings werden beide Wirkungsmechanismen in Zweifel gezogen[5]). Im Boden ist auch vergrämende Wirkung in Betracht zu ziehen, sowie die Ertragsteigerung durch die Düngerwirkung.

Die meist aus vereinzelten Versuchen stammenden günstigen Berichte sind daher sehr kritisch zu betrachten.

1) Über die Wirkung von Kainit liegen im einzelnen folgende Angaben vor:
Nematoden: *Heterodera schachtii*[6]).
Lepidoptera: *Agrotis segetum* (63 g/qm wirkt vergrämend)[7]).
Coleoptera: Carabidae: *Zabrus tenebrioides*[8]).
Scarabaeidae: *Melolontha melolontha* (aus neuerer Zeit vereinzelte positive Mitteilungen (120 g/qm)[9]), in kritischen Versuchen versagte Kainit in wirtschaftlich

---

[1]) Die Angaben sind aus Raumgründen nur Stichworte. Die Aufwandmengen sind einheitlich auf g/qm bzw. ccm/qm umgerechnet. Soweit Abtötungserfolge zahlenmäßig erfaßt werden konnten, sind sie ohne weitere Bezeichnung als % angefügt.

[2]) Langenbuch, R., Beitr. z. Biol. v. *Agriotes lin.* u. *A. obsc.* L. II. Zeitschr. angew. Ent. **20**, 1933, 296—306.

[3]) Subklew, W., Phys. exp. Unters. an einig. Elateriden. Z. Morph. Ökol. Tiere **28**, 1934, 184.

[4]) Langenbuch, R. u. Subklew, W., Z. Frage d. Drahtw.bek. mit Kalis. Nachr.Bl. Dtsch. Pfl.Schutzdienst **14**, 1934, 21; Subklew, W., Weitere Unters. z. üb. d. Bek. d. Drahtw. m. Kalis. Ern. d. Pfl. **31**, 1935, 381; ders., Grundsätzl. z. Fr. d. Drahtw.bek. mit Düngesalzen. Zeitschr. Pfl.krankh. **46**, 1936, 257—269 (Lit.!).

[5]) Schaerffenberg, B., Können Drahtw. mit Kainit bekämpft werden? Forsch.dienst **17**, 1944, 92—95.

[6]) Hollrung, M., Jahr.ber. Vers. sta. Pfl.schutz Halle **1892**, 10—17.

[7]) Herold, W. Z., Kenntn. v. *Agr. seg.* (Saateule). II. Zeitschr. angew. Ent. **6**, 1920, 302; Fiedler, H., D. wicht. schädl. Erdr. d. Gatt. *Agrotis*. Dtsch. Entom. Ztg. **1936**, 113—179.

[8]) Baudys, E., O hrbáči osennim či střevěci obilnim (*Zabr. gibb.*). Časopis Čescosl. spolecn. Ent. **17**, 1921, 32—34.

[9]) Kaysing, P., Bek. d. Engerl. m. chem. Mitt. Ern. d. Pfl. **30**, 1934, 26—29.

tragbaren Mengen immer[1]), *Anomala horticola* (Herbstbehandlung mit basischer Schlacke und Frühjahrsbehandlung mit Kainit)[2]).

Elateridae: Den vor allem aus praktischen Kreisen gegebenen Erfolgsberichten (40–60 g/qm)[3]) steht eine große Zahl von Fehlschlägen auch bei sehr hohen Aufwandmengen (bis 2000 g/qm) gegenüber[4]); in wirtschaftlich und ackerbaulich tragbaren Aufwandmengen ist der Erfolg, vielleicht abgesehen von leichten Böden, unsicher[5]).

Curculionidae: *Otiorrhynchus sulcatus* (200 g in Löcher um den Rebstock im Winter)[6]), *O. raucus* (Eingraben in im Juli aufgeharkten Boden)[7]).

Diptera: *Tipula oleracea* [60—80 g/qm[8]); dagegen Mißerfolg gegen *Tipula* sp. mit 50 g/qm[9])], *Contarinia pyrivora* (112—225 g/qm, auf schwerem Boden leiden die Bäume[10]), *C. tritici* u. *Sitodiplosis mosellana* 60—140 g/qm töten bis 66%[11]); dagegen 80 g/qm nur 33%)[12]), *Bibio marci*[13]), *Dasyneura viciae* (Mischung mit Kalkstickstoff 6:1)[14]), *Rhagoletis cerasi* (Puppen und Maden bis 700 g/qm erfolglos)[15]).

---

[1]) Fluhrer, Z. Bek. d. Engerl. Fühl. Landw. Ztg. **1922**, 72—78; Theobald, F. V., An attack of cockch. larv. on grasl. a. some exp. in conn. w. their contr. Jl. S. E. Agr. Coll. Wye. **24**, 1927, 40–43; Subklew, W., Bez. zw. d. Lebensf. d. Larv. v. *Mel. mel.* L. u. *Mel. hippoc.* F. u. d. Salzgeh. d. Mediums. Zeitschr. Forst- u. Jagdw. **68**, 1936, 145–162; ders., Exp. Unters. ü. d. Bek. d. Maikäfereng. m. Kalidüngem. Anz. Schädlk. **12**, 1936, 65–67; Schwerdtfeger, F., Unters. üb. d. Eign. v. Kalidüngemitt. z. Bek. d. Engerl. (*Mel. mel.* u. *Mel. hippoc.* F.). Zeitschr. Forst u. Jagdw., **68**, 1936, 177—209; Blunck, H., D. Schriftt. ü. d. Mögl. z. Bek. d. Maikäfereng. m. mech. u. chem. Mitteln. Zeitschr. Pflkrankh. **48**, 1938, 64—87.

[2]) Gray, R. A. H., Peet, W. V. a. Rogerson, D. P., Obs. on the chaff grub probl. in the Lake distr. Bull. entom. Res. **37**, 1947, 455—468.

[3]) Störmer, K. u. Kleine, R., D. Drahtw. Ill. Landw. Ztg. **22**, 1912, 393; Schaffnit, E., Besch. d. Getr. d. Drahtw. Ber. üb. Auftr. v. Feinden u. Krankh. d. Kulturpfl. i. d. Rheinprov. 1918, **1919**; Weigand, A., Erfolgr. Bek. d. Schnellk.-larv. Dtsch. Zuckerind. **49**, 1924, 1017; Malenotti, E., Contro gli elateridi nel basso Piave. Atti Ac. Verona **5**, 1927, 123; Langenbuch u. Subklew, s. S. 199[4]); Subklew, s. S. 199[4]) u. a. m.

[4]) Comstock, J. H. a. Slingerland, M. V., Wirew. Cornell agr. exp. Sta. Bull. **33**, 1892; Webster, F. M., Exp. w. insectic. Ohio agr. exp. Sta. Bull. **106**, 1899, 248; Hawkins, J. H., T. bionomics a. contr. of wirew. in Maine. Maine agr. exp. Sta. Bull. **381**, 1936 u. a. m.

[5]) Subklew, 1936, s. S. 200[1]); Schaerffenberg s. S. 199[5]).

[6]) Schaffnit, E. u. Lüstner, G., Ber. ü. d. Auftr. v. Feinden u. Krankh. d. Kulturpfl. i. d. Rheinprov. **1916** u. **1917**, 1919; Fischer, Erf. ü. d. Bek. d. gefurchten Dickmaulrüßlers. Mitt. ü. Weinb. u. Kellerwirtsch. (Geisenheim) **23**, 1911, 146—151.

[7]) Kaiser, P., Lappenrüsselk. (*Ot.*) als Obstbaumschädl. Dtsch. Obstbauztg. 1922, 431—432.

[8]) Faes, H., L. *Tipula* d. jard. La Terre Vaudoise **13**, 1921, 267—269; Becker, D. *Tip.* u. ihre Bek. Mitt. Dtsch. Landw. Ges. **44**, 1929, 67—69.

[9]) Thompson, H. W., Leather jackets a. their contr. Welsh Jl. Agr. **2**, 1926, 228—233.

[10]) Herrick, G. W., Some long standing a. some more rec. insect pests w. hints on meth. of contr. Proc. Ann. Meeting N. Y. Hort. Soc. **1926**, 4—17.

[11]) Klee, H., D. Bek. d. Weizengallm. m. Bodenbearb. u. Düng. Ern. d. Pfl., **28**, 1932, 323; Klee, H. u. Rademacher, B., Stand d. Weizengallmückenbek. n. Unters. in Schleswig-Holstein. Nachr.bl. Dtsch. Pfl.schutzd. **15**, 1935, 3—6.

[12]) Mühlow, J., Fältförs. f. bek. a. larv. m. kem. middel. Medd. Växtskydds-Anst. Stockh. **14**, 1936.

[13]) Robek, A., Muchnice dunbová (*B. marc.*). Ochr. Rostl. **10**, 1930, 73—74.

[14]) Baudys, E., Inst. Pflanzenhyg. Brünn. Flugbl. **43**, 1926.

[15]) Thiem, H., Beitr. z. Epidemiol. u. Bek. d. Kirschfruchtfl. (*Rhag. cer.*). Arb. physiol. angew. Ent. **1**, 1934, 7.

2) Kaliumchlorid hat praktisch kaum Bedeutung erlangt. Larven von *Heterodera schachtii* gehen in KCl-Lösungen zugrunde[1]). Erfolgreich wurde es angewendet gegen *Acanthopsyche junodi* an *Acacia nobilissima* (45—68 g/qm)[2]) und Drahtwürmer (1408—2112 g/qm, aber der Bodenfruchtbarkeit abträglich)[3]).

3) Kaliumsulfat tötet ebenfalls *Heterodera*-Larven[4])

b) Ammoniak und Ammonverbindungen

1. Ammoniak, dem nur mäßige Giftwirkung zukommt[5]), wurde mehrfach als Bodenentseuchungsmittel empfohlen. Jedoch kommt ihm heute wohl nur mehr historische Bedeutung zu, abgesehen von vereinzelten Fällen, in denen es (wohl wegen seiner Düngerwirkung) als Zusatz zu wirksameren Mitteln dient.

Das in der Leuchtgaserzeugung abfallende Gaswasser wirkt, außer durch seinen Ammoniakgehalt, auch durch die darin enthaltenen Cyanverbindungen, wirkt aber unsicher und schädigt oft die Pflanzen[7]); vernichtet auch Unkrautsamen.

Folgende Einzelheiten seien eingeführt:

Fungi: *Sclerotium rolfsii* (teilweise Abtötung der Sklerotien durch Zugabe von 0,03% Ammoniak bei der Bewässerung, erhöht Rübenerträge)[8]).

Nematoda: *Heterodera schachtii* (Gaswasser[9]), Ammonsulfat und gelöschter Kalk)[10]); *Ditylenchus dipsaci* an Zwiebeln u. a. (Ammoniak aus Ammonsulfat und Kalk zweifelhaft)[11]).

Insecta: Fast alle Bodeninsekten sollen durch 1,5 l/qm 0,5%ige Ammoniaklösung bzw. 180 g/qm getötet werden[12]).

Orthoptera: *Gryllotalpa* sp. (15 g/qm 3–4 Monate vor der Pflanzung)[13]).

Hemiptera: *Dactylosphaera vastatrix* (Rohammoniak und Gaswasser 15 bis 20 g/qm, aber nicht Ammoniaklösung)[14]).

---

[1]) Hollrung, s. S. 199[6]).

[2]) Henkel, J. S., Attach. the bagworm. w. salt .The Natal Witness 1931; Henkel, J. S. a. Bayer, A. W., The wattle bagworm (*Ac. jun.*). S. Afr. Jl. Sci. **29**, 1932, 355.

[3]) Comstock a. Slingerland s. S. 200[4]).

[4]) Hollrung s. S. 199[6]); Newman, L. J., Pot. ins. pests. West. Austr. Dep. Agr. Bull. **72**, 1920, 7—27.

[5]) Tattersfield a. Roberts s. S. 194[4]).

[6]) Vgl. Lange s. S. 188[2]).

[7]) Stift, A., Ber. ü. Vers. z. Bek. d. Nema. m. Gaswasser. Öst.-ung. Zeitschr. Zuckerind. u. Landw. **1895**, 988 u. **41**, 1912, H. 3.

[8]) Leach, L. D. a. Davey, A. E., Toxic. of low conc. of amm. to mycel. a. sclerot. of *Scl. rolfsii*. Phytopath. **25**. 1935, 957—959.

[9]) Willot, Jl. Fabr. du sucre **31**, 1890, No. 51; dagegen Stift s. S. 201[7]); Baunacke s. S. 196[3]).

[10]) Hurst, R. H., On the rel. distr. of cysts of *Het. Schachtii* a. a chem. dressing incorp. w. inf. land by means of rototillers. Jl. Helm. **16**, 1938, 57—60.

[11]) Quanjer, H. M., Vers. Inst. Phytopath. 1909, 140—143; dagegen ders., Meded. Rijks Hoogsch L. T. en B. S. **5**, 1912; Schoevers, T. A. C., Proeven m. een. chem. tegen het wortelaaltje. Meded. Rijks Hoogsch. L. T. en B. S. **12**, 1917, 46—48; ders., Landbouwhoogeschool **15**, 1918, 85—88; Plantenziektenk. Dienst, versl. 1918, **6**; ders., Vers. Phytopathol. **1919**, 41; **1922**, 26—39; **1923**, 46; **1925**, 40—41; Ramsbottom, J. K., Invest. on the *Narcissus* dis Jl. Hort. Sci. **43**, 1918. 51—64; **44**, 1919, 68—72.

[12]) Russel, s. S. 163[8]).

[13]) Delpont, M. Essais de lutte contre les ennemis des plantes sarclées. Vie Agr. et Rur. **29**, 1926, 405—406.

[14]) Cornu, M., et Mouillefert, P., Exp. p. combattre le Phyllox. Mem. Ac. Sci. Fr. **25**, 1873, 124; Bernard, L., Techn. d. traitm. contre les ins. de la vigne. Paris 1914.

Lepitoptera: *Agrotis segetum* (15 g/qm 3—4 Monate vor der Saat)[1]), *A. exclamationis*[2]).

Diptera: *Tipulidae* (8 g/qm als 2—4%ige Lösung, treiben die Larven an die Bodenoberfläche, wo sie zugrunde gehen; geeignet zur Feststellung der Befallsstärke)[3]), *Chortophila brassicae*[4]), *Rhagoletis cerasi* (10 l/qm 25—30%, schwächere Lösungen versagen)[5]).

2. Ammonkarbonate wurden ebenfalls gelegentlich verwendet, so gegen Drahtwürmer (136 g/qm gepulvert)[6]), *Tipulidae* (12%ige Lösung treibt die Larven an die Oberfläche)[7]), *Chortophila brassicae* (Mischung von Bikarbonat mit Erde 1:10 bis 1:15; an die Pflanzenbasis)[8]).

3. Ammonsulfat zeigt im allgemeinen keine bedeutende bodenentseuchende Wirkung[9]), kann als Zusatz zu Cyannatrium (aber vermutlich wegen seiner Düngewirkung) gebraucht werden, so gegen *Heterodera marioni*[10]) und zahlreiche Bodeninsekten (*Lachnosterna, Elateridae, Gryllidae, Formicidae* u. a.)[11]). Es versagte gegen *Heterodera schachtii*[12]), *Dactylosphaera vastatrix*[13]) und *Rhagoletis cerasi*[14]).

4. Ammonchlorid wirkt gegen Tipuliden (starke Gabe oberflächlich an trockenen ‚warmen Abenden vor Anwesenheit der Larven)[15]).

c) Kalk

Von den verschiedenen in der Landwirtschaft verwendeten Kalkformen hat als Bodenentseuchungsmittel im eigentlichen Sinn nur der Ätzkalk und evtl. noch der frisch gelöschte Kalk Bedeutung. Denn diese wirken nicht nur wie der kohlensaure Kalk alkalisierend auf den Boden, sondern vermöge der ätzenden Wirkung direkt abtötend auf Schädlinge[16]).

---

[1]) Delpont s. S. 201[13]).

[2]) Grassé, P. P., A propos d'une invasion de ver gris. Prog. Agr. et Vitic. **87**, 1927, 509—512.

[3]) Gasow, H., Erg. neuerer Unters. d. Wiesenwurms. Mitt. Dtsch. Landw. Ges. **41**, 1926, 410; Hellmann, D. *Tipula*-Schäden d. J. 1928 u. d. daraus f. d. kommende Vegetationsperiode zu ziehenden Lehren. Landw. Wochenbl. Prov. Schleswig-Holstein **79**, 1929, 258—260; Dawson, R. B., Leather jackets. Jl. Bd. Greenkeeping Res. Brit. Golf. Un. **2**, 1932, 183.

[4]) Brittain, W. H., Some rec. exp. in the contr. of the cabb. magg. (*Chort. brass.* Bche). Jl. ec. Ent. **16**, 1923, 61; Gasow, H., Beitr. z. Bek. d. Kohlfl. d. flüss. u. streuf. Mitt. Zeitschr. angew. Ent. **22**, 1935, 118—136.

[5]) Wiesmann, R., Unters. ü. d. Lebensweise d. Kirschfruchtfl. II. Mitt. Landw. Jahrb. Schweiz **48**, 1934, 281—338; Thiem s. S. 200[15]).

[6]) Speyer, E. R., Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt **14**, 1929, 100.

[7]) Gasow s. S. 202[3]).

[8]) Gasow s. S. 202[4]).

[9]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).

[10]) Watson s. S. 155[12]); ders., Florida agr. Exp. Sta. Rep. 1920/21, 29—33 R; 1921/22, 56—59 R; 1925/26, 42—50; Rivière et Prichard, La steril. part. du sol. C. R. Ac. Sci. **174**, 1922, 493; **180**, 1925, 1054; Robson, R., Root knot dis. of tomat. Jl. hort. Soc. **44**, 1919, 31—51.

[11]) Watson s. S. 155[12]).

[12]) Müller u. Molz s. S. 155[13]); Baunacke s. S. 196[3]).

[13]) Cornu et Mouillefert, s. S. 201[14]).

[14]) Wiesmann s. S. 202[5]); Thiem s. S. 200[15]).

[15]) Gasow, H., Lebensw. u. Bek. d. Wiesenschnaken. Flugbl. Biol. Reichsanst. **75**, 1932; ders. s. S. 202[3]); Dawson s. S. 202[3]).

[16]) Hutchinson, H. B., The partial steriliz. soil by means of caustic lime. Jl. agr. Sci. **5**, 1913, 320—330; Hollrung, M., D. Mittel z. Bek. d. Pfl.krankh. Berlin

Die fungizide Anwendung gegen *Plasmodiophora brassicae* beruht wahrscheinlich nur auf der Reaktionsänderung des Bodens[1]), die günstige Wirkung von frischer Kalkung gegen den *Actinomyces*-Schorf der Kartoffel dagegen auf Abtötung der Pilze, deren Lebensmöglichkeit durch die Alkalisierung sogar begünstigt würde[2]); eine restlose Klärung dieser Fragen steht noch aus.

Nematozid dienten größere Ätzkalkgaben zur Entseuchung örtlich begrenzter Befallsstellen von *Heterodera schachtii*[3]), *H. marioni*[4]) und *Tylenchus* sp.[5]), ferner zur Vernichtung von *Heterodera schachtii* in Fabrikkompost (Vermischen der Erde im Verhältnis 4—6:1)[6]) und in Schlämmteichen (Kalkwasserzusatz bis zur Alkalität von 0,03% bzw. 0,12%)[7]).

Die insektizide Wirkung des Kalkes ist unsicher und offenbar von den jeweiligen Standortverhältnissen stark abhängig: widersprechende Befunde liegen vor bei *Melolontha* sp. (200 g/qm, verbunden mit intensiver Bodenbearbeitung günstig[8]); dagegen 165 g/qm wirkungslos)[9]), *Popillia japonica* (336 g/qm günstig[10]); bis 896 g/qm ungenügend[11]), *Elateridae* (560 g/qm Branntkalk untergepflügt, soll direkt durch die bei der Ablöschung durch Regenwasser gebildete Wärme wirken[12]); in Mischung mit Kainit nur vergrämend[13]), in anderen Fällen bis 430 g/qm wirkungs-

---

1923; Kessler, B., Kalk u. Landw. Dtsch. Landw. Presse **51**, 1924, 38—39, 52; Korff u. Ottensooser s. S. 183[5]); Korff, G. u. Böning, K., Beitr. z. Bodenbeh. u. part. Bodensteril. Phytop. Zeitschr. **2**, 1930, 39—78.; Korff, G., Kalk als Pflanzenschutzm. 1929; Gough s. S. 177[2]).

[1]) Wellman, F. L., Clubr. of crucif. U.S. Dept. Agr. Techn. Bull. **181**, 1930; Eyclesheymer, A. C., Club root in the U. S. Jl. Mycol. **7**, 1894, 79; Honig, F., D. Kohlkropferreger. Gartenb.wiss. **5**, 1931, 116—225; Bremer, H., Unters. üb. Biol. u. Bek. d. Err. d. Kohlhernie. Landw. Jahrb. **59**, 1924, 227–244 u. S. 194[5]). Naumov, N., L'act. du cac. et de cert. autr. metaux dans le mode d. inf. du chou par la hernie. Pl. Prot. **4**, 1927, 320—328; Flachs, K. u. Kronberger, M., Z. Kohlhernieproblem. Bl. f. Pfl.bau u. Pfl.schutz **8**, 1930, 75—98; Arker, H., Erf. m. Schädl.bek. i. Kohlbau. Nachr. Schädlbek. **10**, 1935, 162—171.

[2]) Appel, O., Mitt. Biol. Reichs. Anst. **5**, 1907 u. a. m.

[3]) Shaw, H. B., Contr. of sug. beet nema. U. S. Dept. Agr. Farm. Bull. **772**, 1916.

[4]) Anon., Ins. pests in Ceylon 1919. Planters Chron. **15**, 1920, 206—208; Newman, L. J., Pot. ins. pests. West. Austr. Dep. Agr. Bull. **72**, 7–27, 1920; Sandground, J., A. stud. of the life hist. a. meth. of contr. of the root gall nema. (*Het. radic.*) in S. Afr. S. Afr. Jl. Sci. **18**, 1922, 299—418; Schoevers, 1917, s. S. 201[11]).

[5]) Illingworth, J. F., The root dis. of the banana in N. Queensld. Queensld. Agr. Jl. **14**, 1920, 297—301.

[6]) Kühn, J., Ber. ü. Erg. d. Vers. z. Ermittlung d. Urs. d. Rübenmüdigkeit. Kühn Ber. **3**, 1881, 88; Morgan, D. O., Invest. on eelw. in potat. in S. Lincolnshire Jl. Helminthol. **3**, 1925, 185—192.

[7]) Hollrung, M., Jahrber. Vers. Sta. f. Nema. vertilgung **3**, 1891, 25; Stift, A., Üb. im J. 1910, bzw. 1917 veröffentl. Arb. betr. Zuckerrübe u. Kart. krankh. Zentralbl. Bakt. II. **30**, 1911, 587; **49**, 1919, 438; Uzel, Z., Zuckerind. Böhmen **41**, 1917, 420; Müller, H. C. u. Molz, E., Vers. z. Ermittl. d. Wirkungsw. versch. Stoffe z. Bek. d. Rübennema. in Schlammerden. Bl. f. Zuckerrübenb. **28**, 1921, 96—102, 144—149.

[8]) Ludwigs, K. u. Schmidt. M., Krankh. u. Schädl. d. Korbweiden. Flugbl. Biol. Reichsanst. **81**, 1930. [9]) Decoppet, M., Le hanneton. Lausanne 1920.

[10]) Metzger, F.W., Prel. rep. on contr. the winter emergence of the Jap. beetle in rose greenh. by appl. of chem. to soil. Jl. ec. Ent. **26**, 1933, 205.

[11]) Flemming, s. S. 195[4]).

[12]) Herrmann, L., Kalk als Mittel gegen Drahtw. Umschau **23**, 1929. 604; Green, F., How to combat injur. ins. Quart. Jl. For. **17**, 1923, 208—224.

[13]) Taillefert, A., L. Larves „Fils de fer" et la moyens de les combattre d. l. champs d. cereal. La Terre vaudoise **13**, 1921, 343—345.

los)[1]), *Agrotis segetum*[2]), *Contarinia tritici* und *Sitodiplosis mosellana* (200 g/qm, 59%ige Abtötung)[3]), *Smittia macleayi* (Kalken der Oberfläche)[4]), *Rhagoletis cerasi* (Puppen, Ätzkalk 1:4 zum Boden gemischt, soll durch Löschungswärme Puppen abtöten[5]), dagegen 300 g/qm wirkungslos)[6]).

2. Schwermetallverbindungen

a) Kupferverbindungen

Kupfersalze wirken bakterizid und fungizid, besonders Oomyceten gegenüber sind sie gut wirksam; die insektizide Wirkung ist unbedeutend. Ihr Hauptanwendungsgebiet in der Bodenentseuchung ist die Bekämpfung der Wurzelbranderscheinungen, an denen *Rhizoctonia* nicht beteiligt ist[7]), im Gegensatz zu den Quecksilberverbindungen, die auch im allgemeinen als wirksamer gelten[8]).

Kupferverbindungen weisen keine große Tiefenwirkung auf, weil das Kupferion rasch vom Boden adsorbiert wird und auch organische Komplexbindung, besonders mit Eiweißabbauprodukten eingeht. Hierdurch ist aber eine länger andauernde gleichmäßige Wirkung durch allmähliche Abgabe des Kupfers gesichert[9]); diese wird auch durch die Bodenzusammensetzung und die Reaktion stark beeinflußt. In sauren Böden treten daher (auch bei Verwendung basischer Verbindungen) leicht Schäden an den recht kupferionempfindlichen Wurzeln der höheren Pflanzen[9]) auf, besonders wenn das Eindringen der Lösungen in den Boden durch Kochsalz gefördert wird[10]). Andererseits kann die Kupferzufuhr als solche ertragssteigernd wirken[12]). In nicht zu hohen

---

[1]) Comstock a. Slingerland s. S. 200[4]); McDougall, W. A., The wirew. pest a. its contr. in centr. Queensld. sug. cane fields. Queensld. Jl. agr. **42**, 1934, 690; Hawkins, s. S. 200[4]); Ladell, s. S. 196[4]).

[2]) Danger, L., Die Graseule u. der. Bek. Landw. Wochenbl. Schleswig-Holst. **67**, 1917, 591; Ludwigs u. Schmidt s. S. 203[8]). [3]) Mühlow s. S. 200[12]).

[4]) McCarthy, T., The seed bean midge (*Campt. macl.* Skuse). Agr. Gaz. N. S. W. **33**, 1922, 733.

[5]) Mayné, R., Note sur l. stérilis. du sol à la chaux vive. Bull. Inst. agron. Gembloux **1**, 1932, 99.

[6]) Wiesmann, R., Unters. ü. d. Lebensgesch. u. Bek. d. Kirschfl. *Rhag. cer.* L. Landw. Jahrb. Schweiz. **47**, 1933, 711—760.

[7]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]).

[8]) Martin, E. A. a. Leach, J. G., Some fact. infl. t. solub. of cupr. ox. in rel. to its toxic. as a fungic. Phytopath. **34**, 1949, 459—470.

[9]) Clayton, E. E., Toxic. of merc. a. copp. comp. in rel. to their use of seed treatm. a. spraying, Phytopath. **19**, 1929, 86.

[10]) Hunt, O'Donell a. Marshall s. S. 172[4]).

[11]) Hunt, O'Donell a. Marshall, S. 172[4]); Newhall, Chupp u. Guterman s. S. 147[1]); Daines, R. H., Contr. of pl. dis. by use of inorg. soil amendements. Soil Sci. **61**, 1946, 55—66; vgl. auch Scharrer, K., Biochemie der Spurenelemente; 2. Aufl., Parey, Berlin (wo auch über die ertragssteigernde Wirkung solcher Bodenbehandlungen in Fällen, in denen keine Mangelerscheinungen sichtbar werden, nachzulesen ist).

[12]) Bewley, W. F., Jl. Min. Agr. **28**, 1921, 633; Schoevers, T. A. C., Versl. en Medel. Pl. ziekt. k. Dienst **26**, 1929, 8 und Folgejahre; betr. ähnlicher älterer Mischungen vgl. Johnson, S. W., Conn. agr. exp. Sta. Rep. **1890**, 113; Spaulding, P., The treatm. of damp. off in conif. seedl. Phytopath. **4**, 1914, 73—78.

Gaben ist aber die kulturale Anwendung ungefährlich, so als Gießmittel (Lösungen von 5—7 l/qm, 0,3—1%), Kupfersulfat (Kupfervitriol oder basisches Sulfat, wie das amerikanische Basicop) oder Cheshunt Mischung[1]). Ferner werden Aufschwemmungen von Kupferkarbonat (0,5%) oder gelbem Kupferoxyd (1—4%) verwendet, sowie streufähige Präparate dieser Verbindungen (50 g/qm); nach dem Streuen ist gut zu wässern[2]). Saatgutbehandlung mit Kupferoxyd (25—50 g/kg Saat) bietet auch wirksamen Schutz gegen Wurzelbrand bei Gemüse — außer Zwiebeln und Kreuzblütlern — und vielen Zierpflanzen.

Folgende Einzelangaben seien erwähnt:

Bakterien: *Bacterium tabacum* (Kupferkalkbrühe wirkt schwach)[3]).

Actinomycetes: *Actinomyces scabies* (Kupfersalze wirken ungenügend und wechselnd)[4]).

Archimycetes: *Plasmodiophora brassicae* (ohne Erfolg)[5]), *Synchytrium endobioticum* (Kupfersulfat und Kupferkalkbrühe versagte)[6]), *Cladochytrium graminis* (Cheshuntmischung)[7]).

Oomycetes: *Pythium debaryanum, Aphanomyces levis, Phytophthora terrestris, P. parasitica* und *P. cryptogea* [Hauptanwendungsgebiet! Behandlung der Saatbeete vor der Saat und nach dem Auflaufen (z. B. mehrmals mit 1:10000)[8]), evtl.

---

[1]) Cheshunt-Mischung wird durch innige Vermengung von 2 T. Kupfersulfat und 11 T. Ammonkarbonat und mindestens 24stündiger Aufbewahrung in einem verschlossenen Gefäß hergestellt; zum Gebrauch werden 3 g in wenig heißem Wasser gelöst und mit kaltem auf 1 l verdünnt.

[2]) Auch schwerlösliche Verbindungen verschiedener Art lassen sich zu wiederholter kulturaler Behandlung der jungen Saat verwenden (Suspension eingestellt auf einen Kupfergehalt von 3,2 g/l); vgl. Newhall, Chuppa. Gutermans. S. 147[1]).

[3]) Böning, K., Vers. z. Bek. v. Keiml.krankh. u. Wurzelbr. d. Tab. i. d. Anzuchtbeeten m. chem. Mitt. Zeitschr. Pfl.krankh. **45**, 1935, 385—415.

[4]) Halstead, B. D., Exp. w. pot. N. J. agr. exp. Sta. Ann. Rep. **18**, 1898, 276—284; Lutman, B. F. a. Cunningham, G. C., Pot. scab. Vt. agr. exp. Sta. Bull. **184**, 1914; Daines s. S. 204[11]). [5]) Honig s. S. 203[1]).

[6]) Lyman, G. R., Kunkel, L. O. a. Orton, C. R., Pot. wart. U. S. Dept. Agr. Circ. **111**, 1920; Hunt, O'Donnel a. Marshall s. S. 172[4]); Ducomet e. Foex, Et. d. l. galle verruqu. d. l. pomme d. terre. Rév. Path. vég. e. Ent. agr. **13**, 1926, 293.

[7]) Jones, D. J. C., Imp. fung. dis. of grass turf. Parks Golfs a. greens **2**, 1937, 128—129.

[8]) Spaulding s. S. 204[12]); Jones s. S. 205[1]); Johnson s. S. 204[12]); Hartley a. Pierce s. S. 172[4]); Hartley, C. a. Merviel, T. C., Prelim, tests of disinf. in contr. damp. off in var. nursery soils. Phytopath. **4**, 1914, 89—92; Miège, s. S. 158[4]); Voss, G., Verhütung d. Schwarzb. b. jung. Kohlpfl. Prakt. Ratg. f. Obst- u. Gartenb. **34**, 1919, 141; Peltier s. S. 172[4]); Rosenbaum, J., Inf. exp. on com. w. *Phyt. terr.* a. a hot water treatm. of the fruit. Phytophat. **10**, 1920, 101—105; Doran, W. L., Germin. of seeds a. damp. off a. growth of seedl. of ornament. pl. as aff. by soil treatm. Mass. agr. exp. Sta. Bull. **351**, 1938; Bewley s. S. 164[3]); ders. s. S. 204[11]); ders., Bull Min. Agr. **77**, 1939; Thomas, H. E., Some chem. treatm. f. t. contr. of damp. off. Phytopath. **17**, 1927, 499—506; Clayton s. S. 204[9]); Schoevers s. S. 160[10]) u. s. S. 204[12]); Alexander, L. J., Young, H. C. a. Kiger, C. W., The caus. a. contr. of damp. off of tomato seedl. Ohio agr. exp. Sta. Bull. **496**, 1931; Meijer, C., Copp. sulf. a. sug. beets. Versl. Landb. Onderz. Rijkslandbouwproefst. **40 A**, 1934, 152; Böning s. S. 205[3]); Horsfall, J. G., Combat. damp. off. N. Y. agr. exp. Sta. Bull. **683**, 1938; Doran, W. L., Germ. of seeds a. damp. off a. growth of seedl. of ornam. pl. as aff. by soil treatm. Mass. agr. exp. Sta. Bull. **351**, 1938; Anon., Agr. Gaz. NSW **51**, 1940, 15 u. 155; Ten Houten, J. G., Kimpl.

mehrmals mit Gieß- oder Streumitteln, auch Saatgutbehandlung], *Aphanomyces raphani* (1,5% Kupferkalk, 1,5 l/qm, aber weniger wirksam als Formalin)[1]), *Peronospora hyoscyami*[2]).

Ascomycetes: *Thielaviopsis basicola*[3]), *Calonectria graminicola* (Bordeauxbrühe)[4]), *Sclerotinia sclerotiorum* (0,3% Karbonat)[5]).

Basidiomycetes: *Corticium* (*Rhizoctonia*) spp. [weniger gut als gegen andere Keimlingskrankheiten, aber doch mehrfach mit einigem Erfolg verwendet, auch gegen Rasenbraunfäule („brown patch") (0,4%)][6]).

Fungi imperfecti: *Phoma* spp. (wie gegen andere Wurzelbranderreger)[7]), *Botrytis* sp.[8]), *Moniliopsis aderholdi*[3]), *Cylindrocladium* sp.[9]), *Fusarium* spp.[10]), *F. oxysporum cubense* (Kupferkalk wenig wirksam)[11]), *Sclerotium rolfsii* (Nachentseuchung mit 10% Sulfat, nach Entfernung kranker Pflanzen)[12]).

Insekten: *Myriapoda*[13]), *Melolontha* spp. und *Agrotis* spp. (nach älteren Angaben, im allgemeinen aber nicht verwendbar)[14]).

b) Quecksilberverbindungen

Quecksilber wird in anorganischer und organischer Bindung zur Bodenentseuchung verwendet. Seine Verbindungen wirken in erster Linie bakterizid und fungizid; sie sind besonders brauchbar gegen *Actinomyces* und *Rhizoc-*

---

ziekt. v. Conif. Diss. Utrecht 1939; Buddin s. S. 172[4]); Person, L. H. a. Chilton, S. J. P., Seed a. soil treatm. f. t. contr. of damp. off. La. agr. exp. Sta. Bull. **349**, 1942; Johnson, L. P. V. a. Linton, G. M., Exp. on chem. contr. of damp. off in *Pin. resinosa*. Can. Jl. Res. **C 20**, 1942, 559—571; Tartakowsky, S. e. Armando Garcia, A., Ensayos prel. sobre contr. d. damp. off d. Tab. Bol. Sanidad veg. Chile **2**, 1942, 20—24; Mulder, D., Biol. onderz. v. grondontsmettingsmidd. Diss. Amsterdam, 1943; Godfrey, G. H. a. Young, P. A., Soil fumig. f. pl. dis. contr. Tex. agr. exp. Sta. Bull. **628**, 1943; Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]); Rafai, Padmanabhan a. Khanna s. S. 172[4]); Ark, P. A. a. Middleton, J. T., *Pyth.* black rot of *Cattleya*. Phytopath. **39**, 1949, 1060—1064.

[1]) Böning, K., Düngg.maßn. z. Bek. d. Schwarzw. d. Rettichs. Prakt. Bl. f. Pfl.b. u. Pfl.schutz **13**, 1936, 252—260.

[2]) Tartakowsky e. Garcia s. S. 205[8]). [3]) Böning s. S. 205[3]).

[4]) Bennett, F. T., Fung. dis. of bowling a. golf greens. Agric. Progr. **12**, 1935, 164—169.

[5]) Pape, H., D. *Scler.* Stamm u. Blattf. d. Gloxinien. Blum. u. Pflbau. **46**, 1942, 86.

[6]) Bewley s. S. 160[10]); Schoevers s. S. 160[10]); Person a. Chilton s. S. 205[8]); Tartakowsky a. Garcia s. S. 205[8]; Bennett s. S. 206[4]); Jones s. S. 205[7]); Godfrey a. Young s. S. 205[8]); Chowdhuri, s. S. 159[1]); Alvarez-Garcia, L. A., T. contr. of *Rhiz.* damp. off of pepper a. eggpl. in Porto Rico. Jl. Agr. P. R. **30**, 1946, 69—96; Schaefer, E. E., *Rhiz.* stem. rot of carnations. Fmg. S. Afr. **23**, 1948, 742—743; Kernkamp, M. F., Gibler, E. W. a. Elling, L. J., Damp. off of alfalfa cutt. caus. by *Rhiz. sol.* Phytopath. **39**, 1949, 928—935.

[7]) Schoevers s. S. 160[10]); Tartakowsky e. Garcia s. S. 205[8]).

[8]) Anon., (NSW) s. S. 205[8]). [9]) Arruda s. S. 164[3]). [10]) Mulder s. S. 205[8]).

[11]) Meredith, C. H., The eff. of chem. on *Fus. oxysp. cub.* growing in the soil. Phytopath. **32**, 1942, 182—184.

[12]) Magee, C. J., *Scl.* stem. rot caus. by *Scl. Rolfsii*. Agric. Gaz. N. S. W. **58**, 1947, 265—267.

[13]) Schoevers s. S. 160[10]); Marchal, P. e. Foex, E., Ann. Serv. Epiphyt. **6**, 1919, 5—33; Ritzema Bos, Millionenpooten (*Blan. guttul.*) schadel. aan suikerb. Tijdschr. Pl. ziekt. **30**, 1924, 80; Stear, J. R., Red. of white grub inj. by bordeaux mixt. Jl. ec. Ent. **25**, 1932, 932.

[14]) Wahl, B., Bek. d. Erdr. Mitt. landw. bakt. Pfl.schutzsta. Wien 1916; Portaro, V., Un nueva plaga de la canan el pais. Vida agr. **1**, 1924, 59.

tonia spp., Empfindlichkeitsunterschiede bestehen nicht nur zwischen den verschiedenen Arten, sondern auch zwischen den Stämmen einer Art[1]); diese können allerdings je nach der Bindungsform des Quecksilbers variieren. Dagegen fehlt eine hinreichende nematozide Wirkung[2]). Die insektizide Wirkung ist praktisch auf eine Reihe von Dipterenlarven beschränkt[3]). Hierbei kann es sich nach Befunden an *Hylemyia antiqua* um eine indirekte Wirkung handeln, insofern als primär lebenswichtige, bakterielle Symbionten der betreffenden Maden abgetötet und so den Insekten die Lebensgrundlage entzogen wird; diese Bakterien können pflanzenpathogen sein[4]). Die Wurzeln höherer Pflanzen vertragen gewisse Quecksilbermengen, so daß die Verbindungen zu kulturaler Bodenentseuchung herangezogen werden können; die verschiedenen Pflanzenarten verhalten sich gegenüber Quecksilberverbindungen (auch je nach Art der Bindung) recht unterschiedlich[5]) [6]). So werden auf manchen Böden *Capsicum annuum, Lycopersicum esculentum, Cucumis* spp. u. a. durch die bei *Brassica* bewährten Verfahren geschädigt[5]). Es empfiehlt sich also, vor der Anwendung solcher Mittel auf neue Kulturen deren Toleranz durch Vorproben festzustellen. Im allgemeinen sind die organischen Quecksilberverbindungen (Beizmittel) weniger toxisch als die anorganischen, können aber bei Überdosierung auch Hemmungen und Störungen des Wachstums bewirken[7]).

Nachteile der Quecksilbermittel sind deren hoher Preis bei relativ hohen Dosierungen (infolge des spezifischen Gewichtes), die hohe Giftigkeit für Mensch und Nutzvieh, die Korrosion von Metallgeräten und das rasche Absetzen in Suspensionen. In Gewächshäusern mit Zierpflanzenkulturen ist Vorsicht geboten, da sich u. U. durch Reduktion an organischen Bodenbestandteilen Quecksilberdämpfe bilden können, die dann die oberirdischen Pflanzenteile z. B. von Rosen schädigen[5]). Gegen die Verwendung (vor allem von leichtlöslichem Sublimat) an Möhren bestehen schwere Bedenken wegen der erheblichen Aufnahme des Quecksilbers durch die Pflanzen[8]).

αα) Anorganische Quecksilberverbindungen

Vergleichende Untersuchungen mit anorganischen Verbindungen wurden mit *Fusarium oxysporum cubense* durchgeführt[9]). Praktisch wichtig sind nur die beiden Chloride, die ziemlich ähnlich wirken. Von einigen Untersuchern wird

---

[1]) Thomas s. S. 183[3]); Kenn Knight, G., Stud. on soil *Actinom.* in rel. to pot. scab a. its contr. Mich. agr. exp. Sta. Bull. **178**, 1941.

[2]) Daines s. S. 204[11]). [3]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]).

[4]) Heringa, J. W., Onderz. naar een vervangingsmiddel v. calomel ter bestrijdn. v. d. uivenflieg. Rep. 1. Congr. Pl. Prot. Heverlee. **1946**, 1947, 337—350.

[5]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]).

[6]) Gloyer, W. O. a. Glasgow, H., Cabbage seed bed dis. a. *Delphinium* root rots; their rel. to cert. meth. of cabb. magg. contr. N. Y. Agr. exp. St. Bull. **513**, 1924; Glasgow, H. a. Gloyer, W. O., T. merc. chlor. treatm. cabb. magg. contr. in its rel. to t. develop. of seedb. dis. Jl. ec. Ent. **17**, 1924, 95—101.

[7]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]); Kotte s. S. 160[10]) u. a.

[8]) Körting, A., Z. Bek. d. Möhrenfl. (*Psila rosae*). Mitt. Biol. Reichsanst. **64**, 1941, 43—50.

[9]) Meredith, s. S. 206[12]); ders. The eff. of soil a. chem. mixt. on the growth of *Fus. oxysp. cub.* Phytopathol. **33**, 1934, 398—400.

dem Sublimat[1]), von anderen dem Kalomel[2]) höhere Toxizität zugesprochen, wobei vermutlich den jeweiligen Versuchsbedingungen entscheidende Bedeutung zukommt. Der Wirkungsgrad ist von der Bodenart abhängig. Es gibt Böden, in denen die Quecksilberverbindungen eine deutliche Fernwirkung ausüben[3]); in diesen werden entweder lösliche Verbindungen leicht transportiert oder durch Reduktionsprozesse geringe Mengen von Quecksilberdampf freigesetzt. Letzterer wirkt nach Versuchen mit Quecksilberbentonit oder Amalgam entseuchend. In anderen Böden ist die Wirkung auf die unmittelbare Nähe der Quecksilberverbindungen beschränkt, und in einer dritten Gruppe wird die Wirkung aufgehoben; dies kann durch Fällung (etwa bei gleichzeitiger Schwefelgabe), Adsorption an Bodenteilchen oder durch Oxydation bedingt sein.

α) Sublimat

(corrosive sublimate, Quecksilberchlorid, Mercurichlorid)

Sublimat wirkt bakterizid und fungizid, sowie gegen Dipteren; im letzteren Fall wird ovizide Wirkung durch reduktive Entbindung kleinster Quecksilberdampfmengen vermutet[4]).

In sauren Medien wurde gegen *Actinomyces* stärkere Wirkung beobachtet[5]). Die Wirkung gegen *Plasmodiophora brassicae* wird verbessert, wenn vorher gelöschter Kalk (216 g/qm) oder Kochsalz (108 g/qm) gegeben werden[6]).

Angewandt wird Sublimat als Gießmittel in 0,05—0,1% Lösungen (2—9 l 1 qm)[7]), je nach Größe der Pflanzen, als Flächenbehandlung oder als Einzelpflanzenbehandlung. Die Aufwandmenge ist verschieden; durch Kochsalzzusatz wird das Eindringen der Lösungen in den Boden begünstigt[8]). Oft, vor allem bei gleichzeitiger Bekämpfung von Pilzen und Fliegenlarven, ist mehrmalige Behandlung in etwa einwöchentlichen Abständen nötig; so an Kohl gegen *Chortophila brassicae* zweimalige, bei gleichzeitiger Bekämpfung von Pilzkrankheiten bis zu fünfmalige Anwendung.

Ferner wird es als Streumittel (evtl. verdünnt mit Sand, Düngemitteln oder trockener Erde, 0,5–2,5 g/qm), in Einzelfällen zur Saatgutbehandlung verwendet.

Um eine längere, andauernde Wirkung zu erzielen, wird Sublimat mit dem unlöslichen Kalomel (s. u.), zu gleichen Teilen (oder 2 : 1) vermischt, angewendet[9]).

---

[1]) Wright, D. W., The contr. of cabb. rootfly. Jl. Min. Agr. **46**, 1940, 765–772.

[2]) Tomaszewski, W., Nitsche G. u. Langenbuch, R., D. Bek. d. Kohlfl. *Chort. brass.* Bhe. u. *Chort. flor.* Fall. Arb. physiol. angew. Ent. **1**, 1934, 229—242, 280—290.

[3]) Daines, R. H., Some principl. underl. t. fungic. act. of merc. in soils. Phytopath. **26**, 1936, 90; ders., s. S. 204[11]); Booer, J. R., T. behav. of merc. comp. in soil. Ann. appl. Biol. **31**, 1944, 340—359.

[4]) Gough, H. C., Toxic. of merc. vap. to ins. Nature **141**, 1938, 922.

[5]) Störmer, I., Vers. z. Bek. v. Schorf u. *Rhizoct.* b. d. Kart. d. Hg-halt. Dünge- u. Beizm. Nachr. Schädlbek. **13**, 1938, 45—54.

[6]) Doran, W. L., Fungic. appl. in fertil. contr. of cabbage clubroot a. damp. off. Phytopath. **37**, 1942, 848 u. a. [7]) Vgl. Gießgeräte dieses Handb. Bd. **6**.

[8]) Hunt, O'Donell a. Marshall s. S. 172[4]).

[9]) Vgl. u. a. van Poeteren, N., Vers. v. werkz. v. d. Pl. ziektenk. Dienst **80**, 1935; Tyson, J., Snowmould inj. to Bent grasses. Quart. Bull. Mich. agr. exp. Sta. **19**, 1936, 87—92; Anon., Agr. Gaz. N. S. W. **48**, 1937, 575—577.

Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Bakterien: *Bact. michiganense* (Tauchen der Setzlinge in 0,1%ige Lösung)[1]).

Actinomyceten: *Actinomyces scabies* (Gießen mit 0,1—0,4%, 4,5 l/qm bzw. 0,25—0,8 l je Pflanzstelle, an langstolonigen Sorten ist der Erfolg zweifelhaft[2]), oder Streuen — 1:100 verdünnt mit Boden oder Superphosphat 20–40 g/qm —, jedoch nicht immer erfolgreich)[3]).

Archimycetes: *Plasmodiophora brassicae* (Beetentseuchung durch Gießen mit 0,05—0,1% zweimal: 10–14 Tage vor der Aussaat und dann, wenn die Pflanzen 10 cm hoch sind; oder je ⅓ l an die Setzlinge; ein vollständiger Schutz scheint kaum erreichbar; an den tiefsten Wurzeln kann unter Umständen trotz hoher Gaben (10—11 l/qm) leichter Befall eintreten; auch Ausgießen der Pflanzstellen (je 470 ccm) unmittelbar vor dem Pflanzen)[4]).

Oomycetes: *Pythium* spp. (0,06%)[5]).

Ascomycetes: *Didymella lycopersici* (0,05—0,1% 2,7 l/qm)[6]), *Sclerotinia minor* (Staub, evtl. mit Kalomel gemischt, etwa 8 Tage vor dem erwarteten Auftreten an *Hydrocotyle* und dann in 2—3 Wochen Abstand)[7]), *Scl. gladioli*[8]), *Calonectria graminicola* (*Fusarium nivale*; in ähnlicher Weise wie *Corticium* in Rasen (s. u.) zum Teil in wesentlich größeren Dosen mit Sublimat-Kalomel-Gemisch empfohlen)[9]).

Basidiomycetes: *Corticium* (*Rhizoctonia solani*) an Kartoffeln (Gießen 250 ccm 0,05% bzw. 125 ccm 0,1% je Pflanzloch oder Streuen 1:100 mit Superphosphat verdünnt $HgCl_2$/qm[10]); in Forstbaumschulen 1,25—1,8 g/qm streuen)[11]), *Corticium* spp. an Rasen (Brown patch, Braunflecken) (Behandeln der Schadstellen

---

[1]) Kotte s. S. 160[10]).

[2]) Van der Slikke, C. M., Versl. v. Rijkstuinb. proefv. ov. grondontsmetting teg. d. *Rhiz.* ziekte en de schurft ap aardapplen. Tijdschr. Pl. ziekt. **41**, 1935, 65–73; Johnson, L. R., Trials of merc. chlor. f. the prevention of potat. sickness. Ann. appl. Biol. **23**, 1936, 153–163; Meyer, C., Een. res. v. proev. en waarn. ov het optr. v. Aardappelschurft. Tijdschr. Pl.ziekt. **46**, 1940, 19—29; Schaal, L. A., Seed a. soil treatm. f. the contr. of potat. scab. Am. Pot. Jl. **23**, 1946, 163—170.

[3]) Syre, H., Vers. z. Bek. v. Schorf u. *Rhizoct.* du. Beizung u. Bodendesinf. Pfl.bau **15**, 1939, 346—360; Störmer s. S. 208[5]).

[4]) Glasgow a. Gloyer s. S. 207[6]); Gloyer a. Glasgow s. S. 207[6]); Clayton, E. E., Contr. of seedbed dis. of crucif. crops on Long Islands by merc. chlor. treatm. f. cabb. magg. N. Y. Sta. agr. exp. Sta. Bull. **537**, 1926; Preston, N. C., Exp. on the contr. of club root of *Brass.* Ann. appl. Biol. **28**, 1941, 351—359; Bremer, Wehnelt u. Brandenburg s. S. 195[4]); Jamalainen, E. A. (Unters. ü. Kohlhernie). Valt Maatalousk. Julh. **85**, 1936; Gibbs, J. G., Club root contr. N. Z. Jl. Sci. Techn. **16**, 1934, 159—162; Heiling, Vers. z. Bek. d. Kohlh. Mitt. Biol. Reichsanst. **65**, 1941, 66; Anon., Jl. Dep. Agr. Vict. **41**, 1943, 267–272, 365—370; Anon. (N. S. W.) s. S. 172[4]); Ramsfjeld, T. (Vergl. zw. Mercurichl. u. Trichlordinitrobenz. als Schutzm. gegen Kohlhernie). Tids. Norsk. Landbr. **55**, 1948, 81—84.

[5]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]); u. a. m. vgl. auch S. 210[1]).

[6]) Orth, H., D. Stengelf. d. Tomate. Kranke Pfl. **16**, 1939, 155—159; Williams, P. H. et al., Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt **1945**, 1946, 25—65; Kotte s. S. 160[10]).

[7]) Ludbrook, W. V., Occur. of *Scl. minor* Jagg. on a bowling grass. Jl. Aust. Inst. Agr. Sci. **6**, 1940, 51—53.

[8]) Hawker, L. E., Bray, R. J. a. Burrows, T. W., Dis. of Glad. II. Exp. on dry rot dis. caus. by. *Scl. glad.* Drayt. Ann. appl. Biol. **31**, 1944, 211—218.

[9]) Bennet s. S. 206[4]); ders., *Corticium* dis. of turf. Jl. Bd. Greenk. Res. **4**, 1935, 32—39; van Poeteren s. S. 208[4]); Tyson s. S. 208[9]); Broadfoot, W. C., Snow mould of turf in Alberta. Brit. Golf Un. Jl. Bd. Greenk. Res. **5**, 1940, 182—183.

[10]) v. d. Slikke s. S. 209[2]); Störmer s. S. 208[5]); Brown s. S. 216[4]) u. a.

[11]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

mit 0,15—0,3% Gießmittel oder Bestreuen mit 0,6—2,4 g/qm, evtl. vor allem bei Herbstbehandlung Sublimat-Kalomel-Gemisch in gleicher Menge streuen oder als Suspension gießen)[1]).

Fungi imperfecti: *Fusarium oxysporum cubense*[2]), *Fusarium* spp. (in Rasen)[3]), (an Gurken)[3a]), *Sclerotium rolfsii* (34 g/qm Streuen oder 0,5% Gießen)[4]).

Insecta: Fehlschläge gegen verschiedene *Hemiptera, Coleoptera* und *Lepidoptera*[5]).

Myriapoda: *Scutigerella immaculata* (Durchgießen mit 1:25600 bzw. v. 15 cm Töpfen mit 140 ccm 1:3000—1:4000; die Wirkung ist aber geringer als die von CS_2 oder Dichloräthyläther)[6]).

Diptera: *Smittia byssina* und *Sciara caisar* (0,1% Gießen)[7]); *Psila rosae* (0,06% in einer Menge von 0,56 g/qm gegossen; 2 g/qm gestreut)[8]); nach Anderen 0,1% nur mäßig wirksam und wachstumshemmend, gesundheitliche Bedenken[9]), *Chortophila brassicae* [0,06—0,1%, auch 0,125% (bei schwachem Befall und sorgfältigem Arbeiten evtl. auch 0,03—0,05%) bei Auftreten der Eier oder am 4. Tag nach der Pflanzung (bei Sommerpflanzungen etwa ab Mitte Juli) an die Setzpflanzen gegossen (je 75—150 ccm); Behandlung nach 10—14 Tagen wiederholen. Ältere Larven werden nicht mehr getötet! Oder Tauchen der Wurzeln und des Wurzelhalses in Lösungen beim Pflanzen[10]). Die Wirkung wird durch die neueren organischen Mittel übertroffen[11])].

---

[1]) Piper, C. V. a. Coe, H. S., Rhiz. in lawns a. pastures. Phytopath. **9**, 1919, 89; Ookley, R. A., Brown patch invest. Bull. U. S. Golf Ass. Green Sect. **4**, 1924, 87—94; Tilford, P. E., Brown patch of lawns a. golfgr. Ohio agr. exp. Sta. Bull. **117**, 1925; Monteith, J., Corr. subl. as a contr. f. brown patch. Bull. U. S. Golf Ass. Green Sect. **6**, 1926, 151—155; **7**, 1927, 210—216; ders. a. Dahl, A. S., Merc. as a contr. f. turf dis. Phytopath. **18**, 1928, 137; van Poeteren s. S. 208[9]); Bennett s. S. 206[4]); Broadfoot, W. C., Exp. on the chem. contr. of snowmould of turf in Alberta. Sci. Agric. **16**, 1936, 615—618; Brien, R. M., Three fungi caus. brown patch of lawn in N. Z. N. Z. Jl. Agr. **51**, 1935, 137—139; Anon., Brown patch fung. dis. (*Rhiz.* sp.) infest. cult. turf gr. in Queensld. Bull. Queensld. Bd. Greenk. Res. **2**, 1936, 8—12; Anon., Agr. Gaz. N. S. W. **48**, 1937, 575—577; Anon. (NSW) s. S. 172[4]); Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]).

[2]) Meredith s. S. 206[11]).

[3]) Vgl. unter *Corticium* s. Anm. [1]). [3a]) von Koot s. S. 150[5]).

[4]) Mulford, F. L. a. Weiß, F., Cult. a. dis. of *Delphinium*. U. S. Dept. Agr. Farms. Bull. **1872**, 1939; Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[5]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).

[6]) Kearns a. Walton s. S. 173[4]); Speyer, E. R., Entom. Invest. 4. The greenh. symphill. Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt **20**, 1935, 72; Dustan, A. G., The symphyll. *Scut. imm.* N. as a pest of greenh. crops in Ontario. Entom. Soc. Ontario Rep. **71**, 1941, 33—39.

[7]) Thompson, R. W., An outbr. of *Mycetoph.* a. *Chironom.* larv. in a large comm. greenh. Rep. ent. Soc. Ont. **60**, 1929, 96.

[8]) Gorham, R. P., Contr. of carr. rust fly, *Ps. ros.* Fab. Quebec Soc. Pl. Prot. Rep. **25/26**, 1934, 90–96; Dustan, A. G., Contr. of onion magg. a. the carrot rust fly. Rep. Veg. Gr. Ass. Ont. **25**, 1930, 47; Hanson, A. J. a. Webster, R. L., The carrot rust fly. Wash. agr. exp. Sta. Bull. **405**, 1941.

[9]) Withcomb, W. D., The carrot rust fly. Mass. agr. exp. Sta. Bull. **352**, 1938; Körting s. S. 207[8]).

[10]) Slingerland, H. V., The cabb. root magg. w. not. on the onion magg. a. all. ins. Cornell Univ. agr. exp. Sta. Bull. **78**, 1894; Britton, W. E. a. Lowry, Q. S., Exp. in contr. cabb. magg. in 1915. Rep. Conn. agr. exp. Sta. **1915**, 1916, 114; Glasgow, H., Contr. of the root magg. in cabb. seed beds. Jl. ec. Ent. **16**, 1923, 68; Herrick, G. W., Rec. exp. in the contr. of two old pests. Proc. ann. Mtg. N. Y. Sta. hort. Soc. **68**, 1923, 84; Vasina, A. N. (Die Kohlfl.) (*Hyl. br.* u. *Hyl. flor.*). Trud.

Hylemyia antiqua [0,06–0,075% Gießen in die Reihen, dreimal in Abständen von 1 Tag, evtl. mit Kupferkalkbrühe gemischt[1]); auch Samenbehandlung[2]) günstig, deren Wirkung aber während der Vegetation abklingt; jedoch ist Samenbehandlung und zweimal Gießen wirksamer als viermal Gießen[3]) (manchmal erfolglos)], *Merodon equestris* und *Eumerus strigatus* (0,074% in wöchentlichen Abständen um die Pflanzen gegossen)[4]).

β) Kalomel

(Quecksilberchlorür, mercurous chloride.)

Das wasserunlösliche Kalomel wird in ähnlicher Weise wie Sublimat angewendet. Es hat diesem gegenüber den Vorteil geringerer Giftigkeit und größerer Wirkungsbeständigkeit im Boden; aus diesem Grund wird es häufig zur Kombination rascher Anfangs- und nachhaltender Dauerwirkung mit Sublimat gemischt verwendet (s. S. 208ff.).

---

opuitno-issled. Uchastka Stantz. Zashch. Rast. Vred. Moskovsk. Zemel. Otd. **1**, 1927, 63; Brittain, W. H., T. cabb. magg. Bull. Dep. nat. Res. Nov. Scot. **11**, 1927 (zehnj. Vers., Lit.!); Krasnyuk, P. I. (Kohlfl. Bek.) (*Phorb. brass.* Bche). Ber. Mleev Gartenb. Vers. Sta. **47**, 1931; Miles, H. W., The contr. of cabb. root fly. Jl. Min. agr. **37**, 1931, 1227; Friend, R. B., The contr. of cabb. magg. (*Ph. brass.*) on radish. Jl. ec. Ent. **25**, 1932, 709; Langenbuch, R., Erg. m. d. Subl. meth. geg. d. Kohlfl. im feldm. Kohlanbau. Nachr.bl. Dtsch. Pfl.schutzd. **12**, 1932, 18; Edwards, E. E., Cabb. rootfl. a meth. f. its contr. Jl. Min. Agr. **38**, 1932, 1230—1237; ders., Furth. exp. on the contr. of cabb. rootfl. Jl. Min. Agr. **42**, 1935, 34—38; Goffart, H., Vers. z. Bek. d. Kohlfl. (*Ph. brass.*). Zeitschr. f. Pfl.krank. **43**, 1933, 49; Tomaszewski, Nitsche u. Langenbuch s. S. 208[2]); Gasow s. S. 202[4]); Bourne, A. I. a. Whitcomb, W. D., Invest. of mat. which promise value in ins. contr. Mass. agr. exp. Sta. Bull. **339**, 1937; Wright, D. W., The contr. of the cabb. root fly (*Delia* (*Hyl.*) *brass.*). Jl. Min. Agr. **45**, 1938, 812; ders. s. S. 208[1]); ders., Furth. exp. on the contr. of cabb. root fly *Del. brass.* Jl. Min. agr. **47**, 1940, 187 bis 191; Alexander, C. P. et al., Mass. agr. exp. Sta. Bull. **369**, 1940, 45—50, 57 bis 66; ders., Bull. **378**, 1941, 59—71; ders., Bull **436**, 1946, 33—43; Fulton, B. B., The cabb. magg. in N. Carolina. N. C. agr. exp. Sta. Bull. **335**, 1942; Whitcomb, W. D., The cabb. magg. Mass. agr. exp. Sta. Bull. **412**, 1944; Howard, N. F., Weigel, C. A., Smith, C. M. a. Steiner, L. F., Insectic. a. equipm. f. contr. ins. on fruits a. veget. U. S. Dept. Agr. Misc. Publ. **526**, 1945; Anon., Rep. Sci. Serv. Dom. Can. Dep. Agr. **1943/44**, 1945, 49—62; Dills, L. E. a. Odland, M. L., Cabb. magg. insectic. tests. Jl ec. Ent. **41**, 1948, 98–101; Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]); Kotte s. S. 160[10]).

[11]) Dills a. Odland s. S. 210[10]) u. a. m.

[1]) Slingerland s. S. 210[10]); Brittain, W. H., Exp. in t. contr. of t. cabb. magg. (*Chort. brass.* Bche) in 1929. Proc. ent. Soc. Nov. Scot. **1921**, 54—73; Smith, K. M., Contr. of the onion fly. Bull. Chamb. Hort. **1**, 1923, 54—55; ders., Furth. exp. in t. contr. of cert. magg. att. t. roots of veget. Ann. appl. Biol. **12**, 1925, 77—92; Flint, W. P. a. Compton, C. C., A new. meth. f. contr. the onion magg. Jl ec. Ent. **18**, 1925, 111—116; Mote, D. C., Dep. Ent. Bien. Rep. Oregon agr. exp. Sta. **1926/28**, 101—109; Dustan s. S. 210[6]); ders., A brief rep. on cert. merc. salts used. exp. ag. the onion magg. Rep. ent. Soc. Ont. **67**, 1937, 62; Heringa s. S. 207[4]).

[2]) Wright, D. W., The contr. of the onion fly. Jl. Min. agr. **44**, 1938, 1081 u. **46**, 1939, 147.

[3]) Matthewman, W. G., Dustan, A. G. a. Davis, A. C., A training exp. w. comb. of merc. insectic. used f. contr. of onion magg. Rep. ent. Soc. Ont. **72**, 1942, 21—23.

[4]) Wilcox, J., Obs. on the life hist., habits a. contr. of the narcissus bulb fly, *Mer. equ.* Fab., a. the lesser bulb fly, *Eum. strig.* Faller, in Oregon. Bienn. Rep. Oreg. Bd. Hort. **19**, 1927, 149.

Zur Anwendung gelangt es als Streumittel (meist 4%iger Staub; 0,6 bis 3 g/qm) und als Gießmittel in allerdings rasch absetzenden Suspensionen (0,5—1,0 g/l); letztere können durch Zusätze von Gelatine, Glyzerin oder Saponin haltbarer gemacht werden[1]). Zur Verstäubung kann ein Handverstäuber dienen, dessen Öffnung so gegen die Pflanzenbasis gerichtet wird, daß der Staub sich in unmittelbarem Kontakt mit dem Stengel ablagert[2]). Kalomel kann auch mit Mineraldünger vermischt mit dem Düngerstreuer ausgebracht werden. Im allgemeinen muß rechtzeitig vor der Bestellung behandelt werden[3]).

Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Actinomycetes: *Actinomyces scabies*[4]) (0,6—2,4 g/qm gestreut als 4% Staub; zu 4% zum Dünger gemischt; der Erfolg hängt von den Bodenverhältnissen ab und bleibt in manchen Gebieten aus[5]); 3—4 Monate vor der Bestellung zu behandeln, da sonst u. U. Auflaufschäden).

Archimycetes: *Plasmodiophora brassicae* (Streuen von 4% Staub 51 g/qm oder einen Teelöffel je Pflanzloch, in den Boden mischen[6]); in einem Sonderfall wirkte 0,2% unzureichend, nach Zusatz von Calciumhydroxyd dagegen gut)[7]).

Oomycetes: *Pythium ultimum* (Behandlung mit 0,067% Suspension erfolglos)[8]), *P. debaryanum*[9]).

Ascomycetes: *Sclerotinia minor* und *S. sclerotiorum*[10]), *Calonectria graminicola*[11]).

Basidiomycetes: *Corticium* (*Rhizoctonia*) in Forstbaumschulen (Gießen oder Streuen von 1,1—1,7 g/qm[12]), auf Rasenflächen (brown patch) 7,5—15 g/qm[13]).

Fungi imperfecti: *Sclerotium cepivorum* (4% Staub mit der Saat ausgedrillt 9,5 g/lfd. m, bei Samenträgern besser die doppelte Menge)[14]).

---

[1]) Glasgow, H., Merc. salts as soil insecticid. Jl. ec. Ent. **22**, 1929, 335.

[2]) Wright s. S. 211[2]).

[3]) Johnson s. S. 209[2]); Martin, W. H., T. use of disinf. in fertil. f. t. contr. of pot. scab a. rhizoct. Phytopath. **21**, 1931, 104; ders., Fertil.-merc. stud. N. J. agr. exp. Sta. Ann. Rep. **56**, 1935, 65; MacLeod, D. J. a. Howatt, J. L., Soil treatm. in t. contr. of cert. soil borne dis. of pot. Am. Pot. Jl. **11**, 1934, 60—61.

[4]) Cunningham, H. S., The addit. of merc. comp. to the fertil. as a contr. of comm. scab of the pot. Am. Pot. Jl. **13**, 1936, 100—103; ders. a. Wessels, P. H., Contr. comm. scab of the pot. on Long Islands by the add. of merc. comp. to the fertil mixt. a. the rel. of soil react. to the treatm. N. Y. agr. exp. Sta. Bull. **685**, 1939; Anon., Ann. Rep. Color. agr. exp. Sta. **56**, 1937; Johnson s. S. 209[2]). Daines s. S. 204[11]) u. S. 208[3]); Kenn Knight s. S. 207[1]); Généreux, H., Désinf. du sol dansbut de lutter contr. l. gale comm. d'pomme d. terre. Queb. Soc. Prot. Pl. Rep. **1943/44**, 89—93.

[5]) Taylor, C. F., Field exp. on pot. scab contr. in west. N. York. Am. Pot. Jl. **11**, 1934, 40—45; Cunningham s. S. 212[4]); Martin 1935 s. S. 212[3]); Kenn Knight s. S. 207[1]); Daines s. S. 204[11]).

[6]) Green, D. E. a. Ashworth, D., Club root of *Brass.* Contr. test. II. Jl. R. hort. Soc. **69**, 1944, 144—147; Whitehead, S. B., Contr. of club root. Gdnrs. Chron. **119**, 1946, 3080, 9—10 u. a. m.

[7]) Anon., Mass. agr. exp. Sta. Ann. Rep. Bull. **449**, 1948.

[8]) Preston s. S. 209[4]). [9]) Brien a. Chamberlain s. S. 172[4]). u. a. m.

[10]) Staehelin s. S. 172[4]).

[11]) Martin s. S. 212[3]); Broadfoot s. S. 209[9]); Tyson s. S. 208[9]).

[12]) Newhall, Chupp, Gutermans. S. 147[1]); Riker, A. J., Grünhagen, R. H., Roth, L. F. a. Brenker, W. H., Some chem. treatm. a. their infl. on damp. off. weed contr. a. winterinj. of Red Pine seedl. Jl. agr. Res. **74**, 1947, 87—95.

[13]) Vgl. S. 210[1]).

[14]) Booer, J. R., Contr. of white rot of onions. Nature **155**, 1945, 241–242; ders., Furth. exp. on the contr. of white rot (*Scl. cepiv.* Berk.) in onions, shallots and leeks. Ann. appl. Biol. **33**, 1946, 413—419.

Hemiptera: *Pseudococcus brevipes* (Gießen einer Suspension 3 g/l)[1]).

Coleoptera: unbefriedigend[2]).

Diptera: *Psila rosae* [Ergebnisse widerspruchsvoll: gut wirkten in manchen Fällen Suspensionen (einmal behandelt mit 3 g/l oder fünfmal mit 0,8 g/l) und Staub (1:24)[3]); in anderen Fällen versagten dreimal 1,5 g/l; auch 2—4% Staub befriedigte nur bei leichter Verseuchung[4])], *Chortophila brassicae* (4% Kalomelstaub, 2,8—3 g/Pflanze um die Pflanze gestreut 4 Tage nach dem Setzen, evtl. nach 8—10 Tagen wiederholt[5]) oder 6,95 g/lfdm in die Reihe gestreut oder als Suspension 0,5—1,0 g/l etwa 112 ccm/Pflanze oder 0,3 l/lfdm gegossen[6]); bei sorgfältiger Arbeit können die Mengen bis auf die Hälfte vermindert werden[7]); trotz der nachhaltigen Wirkung wird vielfach mehrmalige Anwendung empfohlen; besonders nachhaltig wirkt Einstäuben der Pflanzenbasis mit 10—25%igem Kalomelstaub (höhere Konzentrationen schädigen die Pflanzen)[8]) oder Eintauchen in Suspensionen beim Pflanzen; evtl. eine Mischung von Maisstärke mit HgCl Staub beim Pflanzen um den Stengel streuen[9]); die neueren organischen Insektizide wirken z. T. besser), *Hylemyia antiqua* [Streuen von 4% Staub; Samenbehandlung mit 0,75—1. Gew.-Teil Kalomel, auch Behandeln mit 4% Staub hat evtl. zusammen mit nachfolgender Pflanzenbehandlung guten Erfolg[10]), Suspensionen wirken weniger gut[11])], *Hylemyia*

---

[1]) Hosni, M. a. Shafik, M., A mealy bug new to Egypt (*Ps. brevip.*) on roots of *Phoenix* sp. a. its contr. by the appl. of chem. to soil. Bull. Min. Agr. Egypt. **159**, 1935.

[2]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).

[3]) Glasgow s. S. 212[1]); Glendenning, R., The carrot rust fly. Proc. Publ. Div. Ent. Dep. Agr. Can. **52**, 1946; Hanson a. Webster s. S. 210[8]).

[4]) Whitcomb s. S. 210[9]; Newton, H. F. C., Satchell, J. E. and Shaw, M. W., Carrot fly contr. Nature **158**, 1946, 417; Anon., Entom. a. Limnol. Rep. Cornell agr. exp. Sta. **55**, 1942, 121; Ahlberg, O., Bek. förs. mot kålflygor och morrotflygan. Växtskyddsnot. **1942**, 86—88.

[5]) Glasgow s. S. 212[1]); ders., Cal. a promis. insectic. in root mag. contr. Farm Res. **2** (3), 1936, 3; Friend, R. B., The use of cal. in the contr. of root mag. (*H. brass*). Conn. agr. exp. Sta. Bull. **338**, 1932, 588; ders. s. S. 210[10]); Wright s. S. 210[10]); Howard et al. a. S. 210[10]); Walton, C. L., Field trials f. t. contr. of the cabb. root fly 1937/39, Rep. agr. hort. Res. Sta. Bristol **1939**, 1940, 66—71; Carlson, E. C., Breakey, E. P. a. Webster, R. L., The cabb. magg. in northw. Wash. Jl. ec. Ent. **40**, 1947, 57–64; Wood, J., Not. on pest contr. Kuton. Agr. Jl. **1940**, (6), 1940, 38–40; Dills a. Odland s. S. 210[10]); Whitcomb s. S. 210[9]); Fulton s. S. 210[10]); Still, L. L., a. Eide, P. M., New insectic. f. cabb. magg. contr. in west. Wash. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 865—869.

[6]) Friend s. S. 210[10]); Glasgow 1936, s. S. 213[5]); Gasow s. S. 202[4]); Howard et al. s. S. 210[10]); Alexander et al s. S. 210[10]); Fulton s. S. 210[10]); Whitcomb s. S. 210[9]); Carlson et al. s. S. 213[5]).

[7]) Glasgow, H., Subst. f. merc. salts in cabb. magg. contr. N. Y. agr. exp. Sta. Bull. **703**, 1943, 18—20; Dills, L. E., Frear, D. E. a. King, H. L., Merc. subst. f. cabb. magg. contr. Jl. ec. Ent. **37**, 1944, 640—642.

[8]) Alexander, et al. s. S. 210[10]); Tomaszewski, Nitsche u. Langenbuch s. S. 208[2]).

[9]) Anon. (Can.) s. S. 210[10]).

[10]) Whitcomb s. S. 210[9]); Dustan s. S. 211[1]); McLeod, W. S., Hexachl. cyclohexane in t. contr. of onion magg. Jl. ec. Ent. **39**, 1946, 631—637.

[11]) Glasgow s. S. 212[1]); Wright s. S. 211[2]); Matthewman et al. s. S. 211[3]); Mosley, F. O., Onion fly contr. in the field. Agr. **49**, 1943, 222—224; Wood s. S. 213[5]); Ahlberg, C., Orient. bek. förs. mot lök flygan. Växtskyddsnot. **1942**, 72—74; Heringa s. S. 207[4]).

cilicrura an Coniferen (Douglastanne gegen Behandlung empfindlicher als *Chamaecyparis*)[1]), *Diplosis mori*[2]), *Camptocladius byssinus* und *Sciara caisar*[3]).

γ) Weitere anorganische Quecksilberverbindungen erlangen keine große Bedeutung, trotzdem sie an fungizider Wirkung den Chloriden entsprechen[4]). Quecksilberoxyde wurden ähnlich Kalomel gegen *Actinomyces scabies* (2,2 bis 11 g/qm)[5]), *Calonectria graminicola*[6]), *Spondylocladium atrovirens* (1,3 g/qm)[7]) und *Rhizoctonia*-Braunfäule des Rasen[8]) (in den beiden letzten Fällen in den für Kalomel angegebenen Formen und Aufwandmengen) verwendet. Metallisches Quecksilber als Zinkamalgam wurde ohne befriedigenden Erfolg gegen *Actinomyces* sp.[9]), mit gutem gegen *Plasmodiophora brassicae*[10]) versucht. Vereinzelte Versuche zur insektiziden Verwendung schlugen fehl[11]).

bb) Organische Quecksilberverbindungen

Die als Beizmittel entwickelten, für Pflanzen und Menschen etwas weniger gefährlichen und billigeren Organomercuriverbindungen haben sich als Boden-Fungizide und -Bakterizide gut eingeführt. Insektizide Wirkung fehlt ihnen. Ihre Anwendung und Wirkung entspricht im übrigen weitgehend der des Sublimats, abgesehen von der erforderlichen höheren Konzentration. Für *Pseudomonas tumefaciens* ist stärkere Wirkung von Uspulun und Ceresan in saurem Boden nachgewiesen[12]).

Da vor allem unter bestimmten Bodenverhältnissen die Verbindungen stark keimungshemmend wirken, ist Vorentseuchung mit stärkeren Dosen 2 bis 3 Wochen vor der Aussaat durchzuführen. Die Pflanzenwurzeln sind dagegen weniger empfindlich und ermöglichen bei vorsichtiger Dosierung[13]) kulturale Anwendung.

Die Mittel können gelöst im Gießverfahren (0,1—0,5%, in manchen Fällen bis 2%) oder im Tauchverfahren (mit Lehm gemischt als Brei) oder trocken

---

[1]) Breakey, E. P. et al., Wash. agr. exp. Sta. Bull. **470**, 1945, 119—125.

[2]) Tanabe, C. a. Sekyia, I., Stud. on *Dipl. mori* (Jap.). Vgl. Rev. appl. Ent. **19** (1930), 261 u. **20** (1931), 114.

[3]) Thompson s. S. 210[7]); Fulton, B. B., Napht. f. midge larv. in tob. seed beds. Jl. ec. Ent. **26**, 1933, 512.

[4]) Meredith s. S. 207[9]).

[5]) Généréux s. S. 212[4]); aber Mißerfolg bei Anon. (Color.) s. S. 212[4]).

[6]) Tyson s. S. 208[9]).

[7]) Burke, O. D., The silver schurf dis. of pot. Cornell agr. exp. Sta. Bull. **692**, 1938.

[8]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]) u. a.

[9]) Anon. (Color.) s. S. 212[4]).

[10]) Preston s. S. 209[4]).

[11]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).

[12]) Hornbostel, W., D. Bez. zw. Bodenreakt. u. Wirk. quecksilberh. Bod. ents. mittel u. d. Wurzelkr. err. *Ps. tumef.* Zeitschr. f. Pfl.krankh. **49**, 1939, 77—93.

[13]) Die Dosierungsangaben beziehen sich meist auf die entsprechenden Naßbeizmittel, die bei gleichem Handelsnamen höhere Wirkstoffkonzentrationen enthalten. Zur trockenen Anwendung für Aussaaterden wird empfohlen, die Mittel nach und nach mit dem trockenen Boden zu vermischen; dies Verfahren ist wirksamer als das Durchgießen mit Lösungen. (Kotte s. S. 160[10]).

Bei der Benützung älterer Vorschriften können dadurch Mißerfolge entstehen, daß mehrfach die Zusammensetzung der Handelsmittel ohne Namensänderung quantitativ und qualitativ, meist im Sinne einer Verminderung des Quecksilbergehaltes, verändert wurde (vgl. u. a. Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]).

ausgestreut und eingehackt (50—75 g/qm), mit Boden vermischt (50 g/qm) oder in Pflanzlöcher gestreut werden.

α) Chlorphenolquecksilber ist die Grundlage des alten Uspulunbeizmittels bzw. des „Uspuluns zur Bodenentseuchung" und des Semesan. Über die Anwendung zur Bodenentseuchung ist folgendes zu berichten:

Bakterien: *Bacterium michiganense* (0,25% Spritzen des Stengelgrundes oder Tauchen der Setzlinge)[1]), *B. tabacum* (0,5% 6 l/qm; 50—100 g/qm 0,3—0,5%iges Streumittel)[2]), *Pseudomonas campestris* (Gießen mit 0,25—0,5%)[3]), *Ps. tumefaciens* (Lehmbrei mit 0,25%)[4]).

Archimycetes: *Plasmodiophora brassicae* (Gießen 0,25% 5 l/qm[5]); Tauchen der Setzlinge in 0,25%igen Lehmbrei, evtl. unter Zusatz von 2,5% Solbar; trocken ausgestreut oder zum Boden gemischt)[6]), *Olpidium brassicae*[7]), *Olpidiaster radicis* (60 g/cbm = 0,5% 2 l um die Pflanze)[8]).

Oomycetes: *Pythium debaryanum* (Gießen 0,25% oder Streuen 50—100 g/qm)[9]) und andere Wurzelbranderreger[10]), *Phytophthora speciosa*[11]), *Ph. cactorum*[12]).

Ascomycetes: *Sclerotinia minor* (Gießen)[13]), *Scl. sclerotiorum* (Nachentseuchung

---

[1]) Ludwigs, K., Beh. v. Tomat. m. Usp. Obst- u. Gemüseb. **74**, 1928, 109; Kotte, W., Bakterienkrebs d. Tomate. Nachr. ü. Schädlingsbekpfg. **5**, 1930, 18; Liesau s. S. 164[3]); Müller, L., Bakt. Tomatenkrebs. Obst- u. Gem.bau **83**, 1937, 85—86; Thomas s. S. 205[8]); Kotte s. S. 160[10]).

[2]) Böning s. S. 205[3]); Kotte s. S. 160[10]).

[3]) Krebs, W., Verh. v. Krankh. i. d. Pfl.anzucht. Blumen u. Pfl.bau **44**, 1940, 53.

[4]) Kordes, H., Neue Ergebn. ü. d. Entw. d. Err. d. Mauke an Reben u. d. Wurzelkr. d. Obstb. u. der. Bek. Nachr. ü. Schädl.bek. **7**, 1932, 59—66; Oppenheimer, H. R., Verhütung d. Wurzelkr. d. Obstb. d. Usp. Nachr. Schädl.bek. **1**, 1926, 7—9; Bouman, A. M., Bestrijd. v. bakter. wortelknobbels bij appel en peer. Tijdschr. Pl.ziekt. **39**, 1933, 217—224; Stapp, C. u. Müller, H., D. Pflanzenkrebs u. s. Err. *Ps. tumef.* VII. Unters. ü. d. Mögl. e. wirks. Bek. an Kernobstgeh. Zbl. Bakt. II. **99**, 1938, 210—276; Hornbostel s. S. 214[12]).

[5]) Löbner, Vers. z. Bek. d. Kropfkrankh. d. Kohlgew. Rhein. Monatsschr. Obst- u. Gem.bau **12**, 1919, 6—9; Severin, H. C., 11. Ann. Rep. Ent. S. Dak. Sta. Coll. 1920; Sommer, H., Kohlherniebek. m. Uspulun i. J. 1921. Dtsch. Obstb. Ztg. **68**, 1922, 43—44; Höstermann, Vers. z. Bek. d. Kohlhernie. Landw. Jahrb. **57**, Erg. Bd. 1, 1922, 100—103; Honig s. S. 203[1]); Jamalainen s. S. 209[4]).

[6]) Arker s. S. 203[1]); Heiling s. S. 209[4]); Kalchschmid, W., Krankh. d. Kohlgew. u. i. Bek. Dtsch. landw. Pr. **68**, 1941, 185—186; Kotte s. S. 160[10]).

[7]) Sprau, F. u. Minckwitz, A. v., Bek. pilzl. u. tier. Schädl. im Frühgem.bau. Pfl.schutz **1**, 1949, 66—69.

[8]) Reinmuth, E., D. d. d. Erreg. *Olp. rad.* in d. Gurkenfrühtreiberei hervorger. Blattwelke u. d. Bek. Obst- u. Gem.bau **80**, 1943, 152.

[9]) Coans, G. H. and Stewart, D. Prev. of seedl. dis. of sugar beets. Phytopath. **17**, 1927, 259—296; Thomas s. S. 205[8]); Jørgensen, C. A., Afprøvning of jorddesinf. midler. Tidskr. Planteavl. **39**, 1933, 316–328; Böning s. S. 205[3]); Horsfall s. S. 205[8]); Johnson a. Linton s. S. 205[8]) (Semesan); Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[10]) Lounsky, J., Het ontsmetten v. tuinb. pl. m. h. wortelaartkluiten en meer i. h. bijz. v. d. Azalea. Parasitica **11**, 1945, 113—128.

[11]) Schmidt s. S. 172[4]).

[12]) Kotthoff, P., Neue Topfpfl.krankh. Kr. Pflanze **14**, 1937, 28—30.

[13]) Krauß, Wie verhindert man d. Auftr. d. Salatfäule? Obst- u. Gem.b. **75**, 1929, 113; Flachs, K., D. *Scl. minor* hervorger. Salatf. u. Vers. z. i. Bek. Gartenbauw. **5**, 1931, 541—556; Wasewitz, H., Beitrag z. Biol. u. Bek. d. d. *Scl. minor* Jagg. hervorgeruf. Salatfäule. Angew. Bot. **20**, 1938, 71—119; Frikhinger, H. W., Urs. u. Verhütung d. Salatf. Kranke Pfl. **17**, 1940, 27—28.

der bereinigten Pflanzenstellen durch Gießen mit 1—2%[1]), *Scl. gladioli* (Gießen)[2]), *Didymella lycopersici*[3]).

Basidomycetes: *Corticium* (*Rhizoctonia*) spp.[4]).

Fungi imperfecti: *Thielavia basicola* und *Moniliopsis aderholdi* (0,25% oder 50 bis 100 g/qm)[5]), *Cladosporium cucumerinum*[6]), *Phoma betae*[7]), *Ph. lingam*[8]), *Fusarium bulbigenum*[9]), *Fusarium*-Welke an Gurken[10]), *Botrytis* sp.[11]).

β) Zyanmerkurikresolnatrium (Germisan) wirkt gut gegen *Bacterium tabacum*[12]), *Plasmodiophora brassicae*[13]), *Pythium debaryanum*[14]), *Moniliopsis aderholdi*[12]), *Sclerotinia minor*[15]) und *Rhizoctonia violacea*[16]).

γ) Äthylmercuriphosphat (New improved Ceresan) wirkt gut gegen *Pythium perniciosum*[17]), *P. debaryanum*[18]), *Phytophthora parasitica*[19]), *Didymella lycopersici*[20]), *Sclerotinia minor*[21]), *Rhizoctonia solani*[22]), *Sclerotium rolfsii*[23]). Hinsichtlich der Empfindlichkeit höherer Pflanzen gegen diese Verbindung lassen sich drei Gruppen unterscheiden: am empfindlichsten (1 g/Topf schädlich) sind *Capsicum annuum*, *Solanum melongena*, *Beta* sp. und *Nicotiana*, weniger (2 g/Topf) *Cucumis sativus*,

---

[1]) Pape s. S. 206[5]).

[2]) Hawker, Bray a. Burrows s. S. 209[8]).

[3]) Ludwigs, K., Beh. d. Tomat.stauden m. Usp. Obst. u. Gemüseb. **74**, 1928, 109; Kotte s. S. 215[1]); Liesau s. S. 164[3]); Thomas s. S. 205[8]).

[4]) Baudys, E., Stud. d. Pilz. *Rhiz. viol.* Mitt. tschechosl. Akad. Landw. **5**, 1929, Nr. 8; Rosen, H. R., The contr. of damp. off of cotton seedl. by the use of Usp. Science **60**, 1924, 384; Clayton s. S. 209[4]); May, C. a. Young, H. C., Contr. of damp. off in conif. seedb. Ohio agr. exp. Sta. Bimthly. Bull. **12**, 1927, 45–47; Wiant, J. S., The *Rhiz.* damp. off of conif. a. its contr. by chem. treatm. of the soil. Corn. Univ. agr. exp. Sta. Mem. **124**, 1929; Brown, B. A., T. org. merc. comp. f. t. contr. of scab a. *Rhiz.* of pot. Conn. Storrs. Sta. Bull. **164**, 1930, 83–106; Thomas s. S. 205[8]); Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]) (Semesan); Alvarez Garcia s. S. 206[6]); Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[5]) Böning s. S. 205[3]); Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[6]) Dijkstra, G. K., Proev. ter bestrijd. v. *Cladosp. cucum.* in bak. komkommers. Tijdschr. Pl.ziekten **39**, 1933, 21—37.

[7]) S. S. 215[9, 10]).

[8]) Arker s. S. 203[1]).

[9]) Hawker, L. E. a. Singh, B., A dis. of Lillies caus. by *Fus. bulb.* Cke. a. Mass. Transact. Brit. mycol. Soc. **26**, 1943, 116—126.

[10]) Pfältzer, A., Het vrucht en bladvuur van de komkommer. Baarn 1927; Eigeman, L., Proev. teg. *Fusarium* in komkommers. De Tunderij **23**, 1921.

[11]) Lounsky s. S. 215[10]).

[12]) Böning s. S. 205[3]).

[13]) Jørgensen s. S. 215[9]); Flachs u. Kronberger s. S. 203[1]); Kotte s. S. 160[10]).

[14]) Maas, J., Germisan geg. d. Vermehrungspilz. Gartenwelt **31**, 1927, 179 u. **32**, 1928, 351; Baudys s. S. 216[4]); Flachs, K. u. Kronberger s. S. 203[1]); Böning s. S. 205[3]); Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[15]) Flachs s. S. 215[13]); Wasewitz s. S. 215[13]).

[16]) Jørgensen s. S. 215[9]); Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[17]) Müller, H. R. A. e. van Eek, T., Aantekn. ov. een. ziekt. v. Roselle en Java. Jute op Java. Meded. Inst. Pl.ziekt. Buitenzorg **92**, 1939.

[18]) Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]) u. a. m.

[19]) Müller e. van Eek s. S. 216[17]).

[20]) Read, W. H., Pl. dis. 2. Fungic. *Didym.* stemrot. Rep. Res. Sta. Cheshunt **1947**, 1948, 22.

[21]) Böning s. S. 205[3]).

[22]) Johnson s. S. 209[2]).

[23]) Anon., Miss. agr. exp. Sta. Bull. **430**, 1934, 28, 34.

Apium graveolens, Lactuca sativa, Phaseolus sp., am wenigsten Cruciferen und *Asparagus officinalis*[1]).

δ) Äthylmercurichlorid (Ceresan) bewährte sich u. a. gegen *Bacterium michiganense* und *Didymella lycopersici*[2]), *Aphanomyces raphani* (0,25%, 10 l/qm)[3]), *Sclerotinia minor*[4]).

ε) Äthylmercurijodid (16,1 g/qm du Bay 1155 HH mit 5% Wirkstoff) wirkt nicht nur gut gegen *Pythium* spp. und *Rhizoctonia*, sondern auch gegen *Heterodera marioni*[5]).

ζ) Zahlreiche andere organische Quecksilberverbindungen lassen sich erfolgreich gegen Wurzelbrand u. a. anwenden[6]).

c) Mangan- und Chromverbindungen

α) Kaliumpermanganat wirkt gegen Wurzelbrand (*Pythium* spp. u. a.) (0,1%) und ist für die Pflanzen unschädlich; es wird auch zur Behandlung von Stecklingssandbeeten vor oder nach dem Pflanzen verwendet[7]). Gegen Rasenbraunfäule (*Pythium* und *Rhizoctonia*) wird eine Mischung von 0,15% Permanganat und 0,3% Kupfersulfat (5,5 l/qm) (vorher und nachher Wässern)[8]) empfohlen. Die insektizide Wirkung ist unbedeutend[9]).

β) Der fungizide Effekt von Chromverbindungen kann wahrscheinlich zur Bodenentseuchung genutzt werden. Bisher liegen Beobachtungen nur vor an *Fusarium oxysporum cubense* (1:100 Kaliumbichromat)[10]), *Rhizoctonia* auf Rosen[11]) und *Tuburcinia cepulae* (mäßige Wirkung)[12]); in letzterem Fall können die Pflanzen geschädigt werden. Kaliumchromisulfat (Chromalaun) wirkt gegen *Fomes lignosus*[13]).

3. Arsenverbindungen

Verschiedene Arsenverbindungen sind als Bodenentseuchungs- (Streu-) mittel empfohlen worden, erwiesen sich aber in den wirksamen Mengen als giftig für die Pflanzen (s. u.)[14]); der Versuch, dies durch Umhüllung der Teilchen Bleiarsenat mit Paraffin zu verhüten, schlug fehl[15]). Infolge rascher Umsetzung bzw. Absorption im Boden wirken geringe Mengen oft ungenügend, größere dagegen andauernd und erfordern daher eine angemessene Schutzfrist vor der Bestellung

---

[1]) Anon., Mo. agr. exp. Sta. Bull. **358**, 1935, 37—41.

[2]) Jørgensen s. S. 215[9]); Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[3]) Böning, K., Düng.maßn. z. Bek. d. Schwarzwerdens d. Rettiche. Prakt. Bl. Pfl.schutz **13**, 1936, 252—260.

[4]) Flachs s. S. 215[13]); Wasewitz s. S. 215[13]).

[5]) Lammerts, W. E., Ethylmercuryiodide an eff. fungic. a. nematicide. Phytopathol. **30**, 1940, 334—338; Alvarez Garcia s. S. 206[6]).

[6]) Vgl. Ezekiel s. S. 193[3]); Alvarez Garcia s. S. 206[6]); Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]); Kotte s. S. 160[10]); Anon., Texas agr. exp. Sta. Rep. **1940**, 1941, 83. 91; Rowell, J. B., New fungic. f. turf. Greenk. Rep. **16**, 1948, 22—23.

[7]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147).

[8]) Anon. (NSW) s. S. 205[8]).

[9]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).

[10]) Meredith s. S. 206[11]).

[11]) Rowell s. S. 217[6]).

[12]) Doran, W. L. a. Sproston, T., Contr. of onion smut by fungic. appl. to the soil. Phytopath. **37**, 1947, 654.

[13]) Bateman, E. a. Baechler, R., Proc. Am. Wood preserv. Ass. **1927** (7).

[14]) Scott jr., D. B. a. Karr, E. H., The infl. of insectic. add. to t. soils on growth a. yield of cert. pl. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 702—708 u. a.

[15]) Fleming, W. E., Eff. of soil microorg. on paraffin us. as coating to decr. the inj. action of lead ars. on pl. Jl. agr. Res. **34**, 1927, 335—338.

der behandelten Flächen[1]). Die Absorption ist weitgehend von der Natur der verwendeten Verbindungen und Böden abhängig, wobei keine klare Abhängigkeit vom Gehalt des Bodens an Lehm zu erkennen ist und sicher auch lockere chemische Bindungen eine Rolle spielen[2]).

a) Arsenik

Arsentrioxyd wird zur nachhaltigen Vernichtung von Unkrautsamen im Boden verwendet (je nach Struktur und Zusammensetzung des Bodens 50 bis 215 g/qm); die toxische Wirkung erreicht erst im 2. und 3. Jahr nach der Behandlung ihr Maximum und ist bei mittlerem Lehmgehalt des Bodens am größten und bleibt lange bestehen[3]). Über insektizide Wirkungen liegen folgende Mitteilungen vor: Attaameisen (Verbrennen in einer Maschine tötet in 6 m Entfernung alle Stadien einschließlich der Pilzgärten)[4]), Termiten (zusammen mit Schwefel)[5]), *Anomala orientalis* (250 g/qm mit Scheibenegge eingearbeitet)[6]), *Popillia japonica* (112 g/qm doppelt so wirksam wie Bleiarsenat, zwei Jahre nachwirkend, aber phytotoxisch)[7]), *Otiorrhynchus ovatus* (9 g/qm oberflächlich eingearbeitet)[8]). Anfängliche Erfolge gegen *Isodon puncticollis*, *Lepidiota albohirta* und *L. frenchi* (7—22 g/qm ohne Schaden am Zuckerrohr) wurden nicht bestätigt[9]). Erfolglos blieb es gegen Drahtwürmer[10]), *Cotinis texana* (geringe Wirkung 2 g/qm)[11]), *Chortophila brassicae*[12]).

---

[1]) Gough s. S. 177[2]) u. a. m.

[2]) Rosenfels, R. S. a. Crafts, A. S., Ars. fixation in rel. to t. steriliz. of soils w. sod. arsenite. Hilgardia **12**, 1939, 201—229; Wiklander, L. a. Fredrikssen, L., T. fix. of sod. arsenate a. arsenite by soils a. synth. iron a. alum. oxid. Act. Agr. Suec. **1**, 1946, 345—376.

[3]) Rosenfels a. Crafts s. S. 218[2]); Robbins, W. W., Crafts, A. S. a. Raynor, R. N., Weed Control. McGraw Hill, N. Y. a. Ldon. 1942; Muenscher, W. C., Weeds. McMillan N. Y. 1948 u. a. m.

[4]) Wille, J. D., Blattschneiderameisen Südbrasiliens. Vers. z. i. Bek. Tropenpflanzer **32**, 1929, 404—426; Stähel, G. e. Geyskes, D. C., De parasolmieren en hunne bestrijdning. Bull. Dep. Landb. Proefst. Surinam **56**, 1940.

[5]) Rivière et Prichard s. S. 202[10]); James, H. C., Banding f. coffee mealy bug contr. Bull. Dep. Agr. Kenya **24**, 1932; Harris, W. V. a. Wilkinson, W. V., Term. in East Af. E. Afr. Agr. Jl. **6**, 62—72, 1940; Beeson, C. F. C., A guide to the contr. of term. f. forest officers. Indian For. Rec. **4**, 1941, 44—90.

[6]) Wolters, W., Meas. f. the contr. of *An. or.* at the Oahu. Sugar Comp. Ltd. Hawaii Plant. Rec. **38**, 1934, 264—278.

[7]) Fleming s. S. 195[4]).

[8]) McDaniel, E. J., The strawberry weevil [*Brach.* (*Otior.*) *ov.*] as a conifer pest. Jl. ec. Ent. **25**, 1932, 841.

[9]) Illingworth, J. F., The sugar-cane grub pest. Queensl. Agr. Jl. **8**, 1917, 173—175; ders. **15**, 1921, 29—31; ders., Ars. for grub infested soils. Jl. ec. Ent. **14**, 1921, 238—239; Illingworth, J. F. a. Jarvis, E., Queensl. Agr. Jl. 9, 1918, 24—26; McLeod, G. F., Res. of exp. work w. wirew. Am. Pot. Jl. **11**, 1934, 61—65; Jarvis, E., Ann. Rep. Queensld. Bur. Sug. Exp. Stas. **21**, 1922, 43—46; ders., Rep. Bur. Sug. Exp. Stas. Queensld. **33**, 1933, 62—66; Bell, A. F., Rep. Div. Ent. and Path. Rep. Bur. Sug. Exp. Stas. Queensl. **34**, 1934, 50—72; Pemberton, C. E., Ent. Rep. Comm. Exp. Sta. Hawaii Sug. Pl. Ass. 1934, 1935, 19—26.

[10]) van den Brande, J., De gevoeligheid von ritnaalden voor oplosbare maaggiften. Rep. 1. int. Congr. Pl. Prot. Heverlee **1946**, 1947, 393—397.

[11]) Nichol s. S. 156[14]).

[12]) Brittain, W. H., One years exp. in the contr. of the cabb. maggot. Rep. ent. Soc. Ontario **50**, 1920, 61; ders., s. S. 211[1]).

b) Arsenate

Vergleichende Untersuchungen[1]) unlöslicher oder schwerlöslicher Arsenate an *Popillia japonica* ergaben, daß saures Bleiarsenat das am besten geeignete Mittel ist. An Drahtwürmern konnte gezeigt werden, daß die Giftwirkung von der Löslichkeit der angewandten Verbindungen abhängt[2]). An insektizider Wirkung kommt das Kalziumarsenat gleich, ist aber wie andere lösliche Arsenate schädlicher für die Pflanzen. Widerspruchsvolle Angaben liegen über Magnesium-, Zink-, Mangan- und Ferriarsenat vor, die im frischen Zustand fast gleiche Wirkung wie Bleiarsenat zeigen, aber offensichtlich im Boden leichter umgesetzt werden.

α) Bleiarsenat ($PbHAsO_4$) wird als Pulver oder als Suspension angewandt. Auf größeren Flächen werden Spritzbrühen unter Druck ausgebracht oder Bleiarsenat mit aktiver Schlacke oder Sand vermischt mit dem Düngerstreuer gegeben[3]).

Wegen der erheblichen phytotoxischen Wirkung ist in Pflanzenbeständen Vorsicht am Platze, jedoch ist die Verwendung möglich; die Empfindlichkeit der Pflanzen hängt weitgehend von den Standortbedingungen ab; so werden *Poa* spp. in Schattenlagen besonders leicht geschädigt[4]). Methoden zur Bestimmung des Bleiarsenats im Boden sind beschrieben[5]), seine Umsetzungen mit Bodensalzen näher studiert[6]). Gleichzeitige Kalkgabe mindert seine Wirkung[7]). Gut verrotteter Stallmist und Ammonsulfat können gleichzeitig verabfolgt werden, aber nicht Natriumnitrat, Superphosphat oder Kalisalz[8]). Starke Gaben wirken nachhaltig (4—5 Jahre).

Nach starken Gaben ist bei zahlreichen Kulturpflanzen mit Keimungshemmung und Ertragsminderung zu rechnen (z. B. Möhren, Mais, Gurken, Kürbis, Zwiebeln, Spinat, dagegen weniger bei Zuckerrübe, Kartoffeln); andere Arten, wie Tomaten, verhalten sich je nach den Bedingungen unterschiedlich[9]); der Arsengehalt der Früchte ist erhöht, jedoch bei mäßigen bis mittleren Gaben nicht bedeutend, da die Aufnahme relativ gering ist[10]). Zur

---

[1]) Leach, B. R., Exp. w. cert. arsenates as soil insectic. Jl. agr. Res. **33**, 1926, 1—8; Fleming, W. E. a. Baker, F. E., The eff. of var. arsenicals in destroying larvae of the jap. beetle in Sassafras sandy loam. Jl. agr. Res. **52**, 1936, 493; Fleming s. S. 195[4]). [2]) v. d. Brande s. S. 218[10]).

[3]) Fleming s. S. 195[4]); Strong, L. A., Rep. Chief Bur. Ent. Pl. Quar. 1936.

[4]) Leach s. S. 219[1]).

[5]) Koblitsky, L., Det. of arsenic. in soil treat. w. acid lead arsenate. Jl. Ass. Off. agric. Chem. **22**, 1939, 680.

[6]) Fleming, W. E., Baker, F. E. a. Koblitsky, L., The insect. action of lead ars. on the larvae of jap. beetle in diff. types of soil. Jl. agr. Res. **53**, 1936, 771; Fleming s. S. 195[4]); Ginsburg, J. M., Chem. eff. of lead arsenate on cert. salts which may be present in soil a. spray waters. Jl. agr. Res. **60**, 1940, 199.

[7]) Fleming, W. E., Preventing injury from jap. a. as. beetle larvae to turf in parks and other large areas. U. S. Dept. Agr. Circ. **403**, 1936.

[8]) Leach s. S. 219[1]).

[9]) Fleming, W. E., Baker, F. E. a. Koblitsky, L., Eff. of lead arsenate in soil on veg. Jl. ec. Ent. **36**, 1943, 231—233; vgl. auch Hammond, G. H., White grubs a. t. contr. Can. Dep. Agr. Publ. **668** (1940).

[10]) McLean, H. C., Weber, A. L. a. Joffe, J. S., Arsenic cont. of veget. grown in soils treat. w. lead arsenate. Jl. ec. Ent. **37**, 1944, 315—316.

radikalen Unkrautsamenbekämpfung kann Bleiarsenat verwendet werden (24,4 g/qm)[1]).

Bleiarsenat hat sich gegen Scarabaeiden-Larven bewährt, zum großen Teil dadurch, daß es (in den obersten Bodenschichten) lange wirksam bleibt und so auch die von anderen Mitteln nicht erfaßten, tiefer sitzenden Larven abtötet, sobald sie in die Oberkrume wandern[2]). Dies wirkt sich besonders in solchen Fällen aus, in denen die anfängliche Wirkung gering zu sein scheint[3]). Im einzelnen liegen folgende Erfahrungen vor:

Isoptera: Termiten befallen mit Bleiarsen vermischten Boden — 80–650 g/qm, 10 cm tief eingemischt — nicht[4]); 16 kg/cbm schützen 4 Jahre lang[5]).

Lepidoptera: *Crambidae* (10—25 g/qm als Staub oder Spritzung: unwirksam 1—4,7 g/qm)[6]), *Oxycanus* sp. (0,67 g/qm als Spritzung)[7]).

Scarabaeidae: *Popillia japonica* (112—336 g/qm, meist etwa 170 g/qm als Streumittel, falls möglich vor allem bei Rasenneuanlagen in die obersten 7—15 cm eingearbeitet oder 50—56 g/qm als Spritzung in 430—860 l/ha; die Wirkung tritt manchmal erst im zweiten Sommer ein)[8]), *Autoserica castanea* (75 g/qm auf alten Rasen, 175 g/qm bei Neuanlagen)[9]), *Leucopholis rorida* und *Lepidiota stigma*[10]),

---

[1]) Vgl. S. 218[2]). [2]) Hallock, H. C., Movements of larvae of the orient. beetle through soil. Jl. N. Y. ent. Soc. **43**, 1935, 413.

[3]) Hartzell, A. a. Wilcoxon, F., Exp. on the contr. of Jap. beetle larv. w. β,β'Dichloroethylether. Contr. Boyce Thompson Inst. **10**, 1939, 509 u. a.

[4]) Headlee, T. J. a. Jobbins, D. M., Some eff. of acid arsenate of lead used ag. the term., *Reticulitermes flavipes* (Kollar). Jl. ec. Ent. **32**, 1939, 638.

[5]) Kowal, R. J. a. St. George, R. A., Term. soil poisoning tests. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 112—113.

[6]) Stirrett, G. M. a. Arnott, D. A., Obs. on the outbreak of sod webworms dur. the seas. of 1931. Rep. ent. Soc. Ont. **62**, 1932, 69; North, H. F. A. a. Thompson, G. A., Inv. reg. blue grass webworms in turf. Jl. ec. Ent. **26**, 1933, 1117; Jewett, H. H., Contr. of sod webworms in lawns. Kent. agr. exp. Sta. Bull. **391**, 1939, 89; Bohart, R. M., Stud. on the biol. a. contr. of sod webworms in Calif. Jl. ec. Ent. **33**, 1940, 886; Noble, W. B., Sod webworms a. their contr. on lawns a. golf greens. U. S. Dept. Agr. Circ. **248**, 1932.

[7]) Dumbleton, L. J. a. Dick, R. D., The subterr. grass caterp. *Oxyc.* sp. chem. contr. invest. 1940. N. Z. Jl. Sci. Techn. **22 A**, 1941, 309—322.

[8]) Leach s. S. 219[1]); Lipp, J. W., An improved carb. dis. emuls. f. the contr. of larvae of the Jap. beetle a. other ins. Jl. ec. Ent. **20**, 1927, 801; ders., Stud. of substitutes f. arsenate of lead as a soil insectic. Jl. ec. Ent. **22**, 1929, 600; Smith, L. B., The Jap. beetle, its present status a. contr. 4. Int. Congr. Ent. Ithaka 1928, **2**, 508, 1929; Fleming, W. E. a. Baker, F. E., Treatm. of soil to destroy the Jap. beetle. Jl. ec. Ent. **23**, 1930, 502; Anon., U. S. Dept. Agr. Serv. a. regul. annouucm. **139**, 1939, 55 u. **151**, 1942, 29–47; Metzger s. S. 203[10]); Hartzell, A. a. Wilcoxon, F. s. S. 220[3]); Langford, G. S., Crosthwait, S. L. a. Whittington, F. B., A rev. of coop. Jap. beetle retardation work in Maryland. Jl. ec. Ent. **32**, 1939, 255; McLaine, L. S., Jap. beetle sit. Rep. ent. Soc. Ont. **72**, 1941, 8—9, 1942; Annand, P. N., Rep. Chief Bur. Ent. Pl. Quar. Agr. Res. Adm. 1944, U. S. Dept. Agr. 1945. Polivka, J. B., DDT f. contr. t. larv. of t. jap. beetle. Fm. Home Res. **32**, 1947, 107—110; Fleming, W. E., Chlordane f. contr. of jap. beetle larv. Jl. ec. Ent. **41**, 1949, 905—912.

[9]) Hallock, H. C., Some obs. of the biol. a. contr. of *Aut. cast.* Arrow. Jl. ec. Ent. **23**, 1930, 281; ders., Life hist. a. contr. of the *As.* garden beetle. U. S. Dept. Agr. Circ. **246**, 1932; Hamilton, C. C., The toxic. of sev. lead ars. to the diff. instars of the grubs of the brown garden beetle. N. J. agr. exp. Sta. Rep. **1929/30**, 1931, 192; Leach s. S. 219[1]).

[10]) Leefmans, S., De Cassava oerets. Medel. Lab. Pl. Ziekt. Buitenzorg **13**, 1915.

Lachnosterna sp. (25 g/qm, bei Bäumen 50 g/Baum, in Erdbeeranlagen 42 g/Pflanzloch; 1:50 mit Sand gemischt)[1]), *Cotinis nitida* (50 g/qm für die Tabakpflanzen als Streumittel gefährlich, als Spritzmittel weniger wirksam)[2]), *C. texana* (12 g/qm eingehackt)[3]), *Odontria zealandica* (12,5—100 g/qm; gegen Grasschäden, mit Ammonsulfat nachdüngen[4]), *Anomala orientalis*[5]), *A. rufocuprea*[6]), *A. vetula*[7]), *Macrophylla* spp. u. a.[7]), *Amphimallon majalis* (56—170 g/qm)[8]), *Cyclocephala borealis* (150 g/qm im Herbst)[9]). Gegen *Melolontha* sp. versagte Bleiarsen (50 g/qm)[10]).

Elateridae: durch Bleiarsen nicht erfaßt[11]).

Curculionidae: *Otiorrhynchus ovatus* (50 g/qm, bei Erdbeeren vor der Anlage, in Altrasen mehrfach in 2—6monatigen Abständen 20 g/qm — 45% —, in Forstbaumschulen 8–16 g/cbm)[12]) und *O. sulcatus* (als Spritzung besser als Staub[13]) wirksam, genügt jedoch nach anderen Angaben nicht)[14]).

Diptera: *Tipula* spp. (26—65 g/qm, 70—98%)[15]).

---

[1]) Fillinger, G. A., White grubs in lawns and flower gardens. Ohio agr. exp. Sta. Bull. **470**, 1931, 85; Neiswander, C. R., White grubs in lawns. Ohio agr. exp. Sta. Bull. **548**, 1935, 40; **561**, 1936, 47; **592**, 1938, 51; Hammond s. S. 219[9]); Kerr, T. W. jr., Ars. for contr. white grubs in strawberries. Jl. ec. Ent. **33**, 1940, 693; ders., Sand arsenical mixtures f. contr. white grubs a. their eff. upon the growth of strawberries. Jl. ec. Ent. **34**, 1941, 405—411; ders., Contr. of white grubs in strawberries. Cornell agr. exp. Sta. Bull. **770**, 1941; Schwardt, H. H., Contr. of native white grubs in young hemlocks. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 176—177.

[2]) Jewett, H. H., Contr. of green June beetle larvae (*Cot. nit.*) in Tobacco beds. Kentucky agr. exp. Sta. Bull. **445**, 1943.

[3]) Nichol, s. S. 156[14]).

[4]) Evans, J. W., Tasmanian grass grubs. Dept. Agr. Tasm. N. S. Bull. **22**, 1941; Miller, D., The grass grub problem. N. Z. Journ. Agr. **70**, 1945, 51, 53—56; Cottier, W., Insectic. treatment of the grass grubs (*Od. zeal.*). N. Z. Jl. Sci. Techn. **13**, 1932, 317—340; ders., The use of lead arsenate as a contr. for the grass grub, *Od. zeal.* N. Z. Jl. Sci. techn. **27 A**, 1946, 239—243.

[5]) Leach s. S. 219[1]); Dumbleton, L. J., How to distinguish between the grass grub and the subterranean grass caterpillar. N. Z. Jl. Agric. **62**, 1941, 180.

[6]) Sawa, R. (Exp. w. fumig. a. poisoning the larvae of *An. rufoc.*). (jap.). Rev. appl. Ent. **A 24**, 1936, 695.

[7]) Omer Cooper, J., Withnall, A. B. M. a. Ferrewick, E. M., The probl. of South Afr. Turf in rel. to invertebrate pests. S. Afr. Jl. Sci. **37**, 1941, 273—284.

[8]) Gambrell, F. L., Obs. on the ec. imp. and. contr. of the Eur. chafer. N. Y. agr. exp. Sta. Bull. **703**, 1943, 8—13; ders., The Eur. chafer *Amphim. maj.* a. its contr. in lawns. Jl. ec. Ent. **39**, 1946, 168—173.

[9]) Johnson, J. P., Not. on the occ. a. life hist. of *Ochr. bor.* Arrow. in Connecticut. Conn. agr. exp. Sta. Bull. **428**, 1939, 89.

[10]) Hermans, B. J., Bestrijd. v. schadel. keverlarven, regenwarmen en andere in den grond levende dieren in grasvelden. Tijdschr. Pl. Ziekten **38**, 1932, 119.

[11]) Woodworth, C. E., The react. of wirew. to arsenicals. Jl. agr. Res. **57**, 1938, 229; van den Brande s. S. 218[10]); MacLeod s. S. 218[9]).

[12]) McDaniel s. S. 218[8]); ders., Strawberry root weevils a. cricket as house pests. Mich. Sta. Coll. agr. exp. Sta. Ext. Bull. **230**, 1941.

[13]) Friend, R. B., Conn. agr. exp. Sta. Bull. **445**, 1941, 295—384; Smith, F. F., The black vine weevil (*Brach. sulc.* Fabr.) as a pest in greenh. a. nurs. Jl. ec. Ent. **20**, 1927, 127.

[14]) Gambrell, F. L., Stud. of some ins. of evergreens. Proc. 8. Nat. Shade Tree Conf. 1932, 89—93.

[15]) Dawson s. S. 202[3]); Dawson, R. B. a. Ferro, R. B., Invest. on the contr. of leather jackets. Jl. Bd. Greenkeepers Res. **4**, 1936, 239—261.

Unwirksam gegen *Scutigerella immaculata*[1]), *Paria canella* und *Collaspis brunnea* (24, 4—122,2 g/qm)[2]), *Prionus californicus*[3]) und *Hydroecia immanis*[4]).

β) Magnesiumarsenat wurde gegen *Lachnosterna spp.* an Erdbeeren angewandt (42 g je Pflanzloch einer Mischung mit Sand 1:10—1:20)[5]).

c) Arsenite

α) Schweinfurter Grün (Parisgreen) (Kupferazetat-Kupferarsenit-Komplex) wurde mit Erfolg angewandt gegen *Leucopholis rorida* und *Lepidiota stigma* (1% zum Boden gemischt)[6]), *Melolontha* sp. (8 g/qm Suspension)[7]), *Popillia japonica* (224 g/qm; Homologe mit anderen organischen Säuren sind stärker phytotoxisch)[8]), *Oxycanus* sp. (Suspension 6,7 kg/ha)[9]), Termiten (Staub)[10]). Widersprechende Ergebnisse wurden gegen *Crambus* spp.[11]), negative gegen Drahtwürmer erhalten[12]).

β) Natrium-Arsenit wird infolge seiner starken phytotoxischen Wirkung als Herbizid zur radikalen Freihaltung des Bodens von Unkraut verwendet (1,28% 420—500 l/ha, wirkt mehrere Jahre nach, je schwerer der Boden, desto höhere Mengen)[13]); ferner wird es zur Abtötung von Baumstümpfen mit überlebenden Wurzeln bei der Anlage und Erneuerung tropischer Plantagenkulturen erfolgreich angewendet. Das Verfahren dient indirekt der Bodenentseuchung, da die überlebenden Wurzeln Befalls- und Infektionsherde von *Fomes lignosus* darstellen, während nach dem Abtöten der Wurzeln dieser Parasit durch die rasch überhandnehmenden Saprophyten unterdrückt wird[14]).

Als Gießmittel wirkt Natriumarsenit gegen *Leucopholis* und *Lepidiota* sp. (2%)[15]), *Amphicoma vulpina*[16]) und Termiten (41 g/qm)[17]), ist aber stark phytotoxisch.

4. Anorganische Schwefelverbindungen

a) Schwefel

Die Bedeutung des reinen Schwefels als Bodenentseuchungsmittel ist zweifelhaft. Seine Wirkung dürfte auch im Boden auf der Bildung hochtoxischer Reduktions- und Oxydationsprodukte beruhen; die Ansäuerung durch die letzteren

---

[1]) Michelbacher, A. E., Chem. contr. of garden centip. (*Scut. imm.*). Calif. agr. exp. Sta. Bull. **548**, 1932.

[2]) Neiswander, R. B., Five troublesome strawberry pests. Proc. Ohio hort. Soc. **74**, 1941, 128—136.

[3]) Anon., Insects pests in New Mexico in 1933/34 N. Mex. agr. exp. Sta. Rep. **45**, 1935, 36.

[4]) Hawley, I. M., Insects injur. to the hop in New York etc. Cornell agr. exp. Sta. Mem. **15**, 1918, 417.

[5]) Kerr s. S. 221[1]).

[6]) Leefmans s. S. 220[10]).

[7]) Hermans s. S. 221[10]).

[8]) Fleming s. S. 195[4]).

[9]) Dumbleton a. Dick s. S. 220[7]).

[10]) Bedford, H. W., Entom. Sect. Agr. Res. Service Rep. 1937/38. Rep. Agr. Res. Serv. Sudan **1938**, 1940, 50—71; Beeson s. S. 218[5]).

[11]) Noble s. S. 220[6]); North a. Thompson s. S. 220[6]).

[12]) McDougall s. S. 204[1]); Woodworth s. S. 221[11]).

[13]) Crafts, A. S., The toxic. of sod. ars. a. sod. chlorate in 4 calif. soils. Hilgardia **9**, 1935, 459—498; ders., The rel. of nutr. to toxic. of ars. borax a. chlorate in soils. Jl. agr. Res. **58**, 1939, 637—671; Rosenfels a. Crafts s. S. 218[2]); Robbins, Crafts a. Raynor s. S. 218[3]); Muenscher s. S. 218[3]) u. a. m.

[14]) Napper, R. R. N., Rep. Rubber Res. Inst. Malaya **1938**, 1939, 116—117; **1940**, 1938, 157—171.

[15]) Leefmans s. S. 220[1c]).

[16]) Franklin, H. J. et al. The cranberry station East Warnham. Mass. agr. exp. Sta. Bull. **369**, 1940, 33—38.

[17]) Kofoid, C. A., Termites a. term. contr. Berkeley a. Ldon. **1934**; Beeson s. S. 218[5]).

dürfte in vielen Fällen ausschlaggebend für die Wirkung sein. Die Geschwindigkeit solcher Umsetzungen hängt weitgehend von den physikalischen und mikrobiellen Bedingungen, sowie vom Feinheitsgrad des Präparates ab. Von der Anwendung größerer Gaben (vor allem über 112 g/qm) ist immer abzuraten, da Schwefel für sehr viele Pflanzen toxisch ist und sich auch auf die Nachfrucht schädlich auswirken kann[1]). Die ansäuernde Wirkung kann dagegen ohne Schmälerung des Bekämpfungserfolges in manchen Fällen durch Kalkgaben, die sonst meist zur Nachfrucht nötig werden, nach kurzer Zeit korrigiert werden[2]). Da die Schwefelbehandlung außerdem kostspielig ist, ist sie eher zur Bereinigung kleiner Schadherde als zur Flächenbehandlung anzuraten, für die billigere ackerbauliche Maßnahmen vorteilhafter sind[3]).

Ob die Verwendung sogenannten grünen Schwefels (aus der Leuchtgaserzeugung, ca. 50% S, 2—3% Teeröl, sowie Ammonsulfocyanid und -sulfid) günstiger wirkte, erscheint zweifelhaft[1]).

Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Bakterien: *Bacterium solanacearum* (45—133 g/qm, evtl. mit nachfolgender Kalkgabe, am besten im Sommer)[4]), *Pseudomonas tumefaciens* (50 bis 100 g/qm)[5]).

Actinomycetes: *Actinomyces scabies* an Kartoffeln (22—200 g/qm), vermutlich handelt es sich um ansäuernde Wirkung; zahlreichen positiven Angaben[6]) stehen auch viele Mißerfolge gegenüber[7]); an Rüben ohne Erfolg; Pflanzen sehr empfindlich[8]).

---

[1]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[2]) Eddins, A. H., Bact. wilt. of potato, tomat. a. eggpl. contr. w. sulf. a. limestone. Phytopath. **26**, 1936, 91.

[3]) Miles, H. W., A rew. of the pres. position w. reg. to soil insectic. Jl. Bath a. West a. South. counties. Soc. **3**, 1929, 35.

[4]) Eddins s. S. 223[2]); ders., Brown rot of Irish pot. a. its contr. Fla. agr. exp. Sta. Bull. **299**, 1936.

[5]) Sherbakoff, C. D., Eff. og soil treatm. w. sulph. up. crown gall. in nurs. apple trees. Phytopath. **15**, 1925, 105.

[6]) Halsted, B. D., Soil fungic. f. potat. a. turnip. dis. N. Jers. agr. exp. Sta. Bull. S. 1900; Appel, O. u. Schlumberger, O., Vers. z. Bek. d. Kart.schorfes m. Schwefel u. Form. Arb. Biol. Reichsanst. **14**, 1913, 17; Gillespie, L. J., The growth of pot. scab. org. at var. hydr. ion conc. as rel. to the comp. freedom of ac. soils f. pot. scab. Phytopath. **8**, 1918, 257—269; Yaughan, R. E., Inocul. sulph f. pot. scab contr. Phytopath. **11**, 1921, 58; Reader, J. M., Prel. res. w. use of sulph. f. the contr. of pot. scab in Idaho. Phytopath. **13**, 1923, 522; Martin, W. H., The rel. of sulph. to soil acid. a. to the contr. of pot. scab. Soil Sci. **9**, 1920, 393—408; ders., A compar. of inoc. a. uninoc. sulph. f. the contr. of pot. scab. Soil Sci. **11**, 1921, 75–84; ders., Inocul. vs. sulphur f. the contr. of comm. scab of pot. Phytopath. **11**, 1921, 58; Waksman, S. A., D. gegenw. Stand d. Bodenmikrobiol. u. i. Anw. a. Bodenfruchtbark. u. Pfl.wachstum. Berlin 1930; Wheeler, E. J. a. Moore, H. C., Pot. seed treatm. tests. Mich. agr. exp. Sta. Spec. Bull. **246**, 1933; Starr, G. H., Pot. seed. treatm. stud. in Wyoming in 1932/36. Wyo. agr. exp. Sta. **222**, 1937; Larson, R. H., Albert, A. R. a. Walker, J. C., Soil react. in rel. to pot. scab. Am. Pot. Jl. **15**, 1938, 325–330; Muncie, J. H., et al., T. eff. of sulf. a. acid. form. fertil. on incid. of pot. scab. Am. Pot. Jl. **21**, 1944, 293—304; Anon., Jowa agr. exp. Sta. Rep. **1943/44**, 1944, 148—175.

[7]) Taubenhaus, J. J., Field exp. w. pot. scab. contr. Phytopath **24**, 1934, 836; Daines s. S. 204[11]); Schaal s. S. 209[2]); Généreux s. S. 212[4]); Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]); Terman, G. L., Steinmetz, F. H. a. Hawkins, A., Eff. of cert. soil cond. a. treatm. up. pot. yields a. t. devel. a. contr. of pot. scab.

Archimycetes: *Synchytrium endobioticum* (50—190 g/qm und höher[1]), abgesehen von phytotoxischen Dosen ohne Erfolg)[2]), *Plasmodiophora brassicae* (ohne Erfolg)[3]), *Spongospora subterranea* (40 g/qm mäßig wirksam)[4]).

Phycomycetes: *Pythium debaryanum* (evtl. in Verbindung mit Ätzkalk ohne Erfolg[5]), manchmal sogar befallsfördernd)[6]).

Ascomycetes: *Uncinula necator* (neben der Rebe 10—20 cm tief eingegraben soll wirken)[7]), *Rosellinia accinata* u. *R. bunodes* (Flächenbehandlung 500—1000 g/qm, besser Behandlung von Pflanzengruben 76,0—127,0 g/qm)[8]).

Basidiomycetes: *Corticium* (*Rhizoctonia solani*) (in Forstschulen wirksam[9]), bei Kartoffeln widersprechende Ergebnisse)[10]), *Tuburcinia cepulae* (11,2 g/qm Schwefel und 5,6 g/qm Ätzkalipulver zwischen die Drillreihen)[11]), *Armillaria mellea* (erfolgreich)[12]).

Fungi imperfecti: *Verticillium* sp. an *Solanum melongena* (infolge Unempfindlichkeit der Eierfrucht gegen größere Mengen Schwefel anwendbar, jedoch wird der Boden für die Kultur anderer Früchte entwertet, falls nicht große Kalkmengen verabreicht werden[13]), Welke von Rhododendron[13]), *Fusarium martii phaseoli* (erfolglos)[14]), *Phymatotrichum omnivorum* (Hemmung der Pilzausbreitung im Boden durch Schutzstreifen aus Schwefel-Erdmischungen, oder in Löcher neben die Pflanze

---

Maine agr. exp. Sta. Bull. **463**, 1948; Oswald, J. W. a. David, W. W., Field contr. of pot. scab. in Calif. Phytopathol. **41**, 1951, 29.

[3]) Kotchura, O. J. a. Lovimenko, T. B., Haupterg. d. wiss. Forsch.arb. 1936, Allsowjet. wiss. Forsch. Inst. f. Zuckerind. Kiew 1937, 136—137; Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[1]) Werth, E., Vers. z. Bek. d. Kart. krebs. Mitt. Biol. Reichsanst. **16**, 1916, 9—10.

[2]) Spieckermann, Bem. z. Bek. d. Kart.krebses. Ill. Landw. Ztg. **34**, 1914, 7 u. 16; Schaffnit, E. u. Voss, Vers. z. Bek. d. Kart.krebses. Zeitschr. Pfl.-krankh. **26**, 1916, 183; **27**, 1917, 339; Schaffnit, E., Zeitschr. f. Pfl.krankh. **28**, 1918, 111; **30**, 1920, 59; Gough, G. C., Wart dis. of potat. Jl. Hort. Soc. **45**, 1919, 301; Wollenweber, H., D. Kart.krebs, s. Verbr. u. s. Bek. Zeitschr. f. Spirit. ind. 1929, 71—72; Hunt, O'Donnell a. Marshall s. S. 172[4]); Roach, W. A. et al., Exp. on the contr. of wart dis. by soil treatm. w. part. ref. to use of sulphur. Ann. appl. Biol. **12**, 1925, 152—190; **13**, 1926, 301—307, **15**, 1928, 168—190; Köck, G., Bodendesinf. vers. z. Bek. d. Kart.krebses. Österr. Zeitschr. f. Kart.bau 1929, 71—72; Köck u. Greisenegger s. S. 160[7]); dies., Neuh. Pfl.krankh. **28**, 1935, 4—6, 164—167.

[3]) Müller-Thurgau, H. u. Osterwalder, A., Bek. d. Kohlhernie. Schw. Zeitschr. Obst- u. Weinb. **29**, 1920, 122; dies., Maßn. geg. d. Kropfkrankh. d. Kohlgew. Schw. Zeitschr. Obst- u. Weinb. **31**, 1922, 120; Chupp, Ch., Club root in rel. to soil alkalinity. Phytopath. **18**, 1928, 301.

[4]) Böning, K. u. Wallner, E., Beob. u. Vers. z. Frag. d. Widerstandsf. d. Kart.sorten gegen Schorf. Prakt. Bl. Pfl.bau **15**, 1938, 268—279.

[5]) Korff u. Böning s. S. 202[16]).

[6]) Anon., Hawaii agr. exp. Sta. ann. Rep. **1937**, 1938, 35—45.

[7]) Kunstler, J., Prev. treatm. of *Oidium*. C. R. Ac. Sci. **171**, 1920, 406—417.

[8]) Anon., Het gebruik v. zwavel v. d. bestrijdn. v. zw. wortelschimmel bij d. Teekult., *Ros. acc.* a. *R. bun.* Indian Mercuur **59**, 1936, 195—196.

[9]) Hartley, C., Damp. off. in forest. nurs. U. S. Dep. Agr. Bull. **934**, 1921.

[10]) Wheeler a. Moore s. S. 223[6]); Starr s. S. 223[6]).

[11]) Stone, G., Contr. of onion smut. Massach. agr. exp. Sta. Circ. **41**, 1914.

[12]) van der Goot, P., Ziekt. en plag. d. cult. gew. in Ned. Ind. 1936. Meded. Inst. Pl. Ziekt. Batavia **89**, 1937.

[13]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[14]) Riehm, E., Prüf. v. Pfl.schutzm. Mitt. Biol. Reichsanst. **20**, 1921, 27.

gestreut, oder Eingraben von Schwefeltafeln (120 × 120 cm groß, 3,76 cm dick), die weder von Wurzeln noch von Hyphen durchwachsen werden)[1]).

Nematoda: *Heterodera schachtii* (erfolglos)[2]), *Ditylenchus dipsaci* (an Zwiebelgewächsen, 112—336 g/qm, wirksam, jedoch nicht ungefährlich für die Pflanzen)[3]).

Insecta: *Anomala* sp., *Schizonycha* sp., *Adoretus* sp. u. *Psammodes* sp. (66,7 g/qm bei Beginn der Eiablage mit nachfolgender Naphthalin-Behandlung)[4]), *Lachnosterna* sp. (33,5 g/qm Mitte Mai vor dem Käferflug)[5]). Gegen zahlreiche Insekten vergeblich versucht[6]).

b) Schwefelkalkbrühe und Sulfide

Schwefelkalkbrühe wurde mit wenig Erfolg gegen *Plasmodiophora brassicae*[7]) und *Heterodera schachtii*[8]) versucht.

Kalifornische Brühe unterdrückt die Bodenpilze in den Steckbeeten für Blumenzwiebeln (2,5% 1 l/qm)[9]); unmittelbar nach dem Gießen kann gepflanzt werden; die Wirkung hält 3—4 Wochen an.

5. Anorganische Halogenverbindungen

a) Kalziumhypochlorit (Chlorkalk) setzt im Boden um so rascher Chlor frei, je mehr Kohlensäure und Humusstoffe vorhanden und je besser die Bodendurchlüftung ist, Behandlung mit 51—125 g/qm ergab bei Hafer beträchtliche Ertragssteigerungen, höhere Gaben schädigen den Pflanzenwuchs[10]). Die Ergebnisse sind widerspruchsvoll, so gegen *Plasmodiophora brassicae* (300 g/qm)[11]), Wurzelbrand[12]), *Rhizoctonia* spp. (70 g/qm)[13]), *Fusarium* (100–300 g/qm)[14]); auch gegen Nematoden (100—300 g/qm)[15]) und *Chortophila brassicae* (56 g/a)[16]). Chlorkalk versagte gegen *Synchytrium endobioticum*[17]) und gegen *Rhagoletis cerasi* (210 g/qm)[18]).

---

[1]) Anon., Tex. agr. exp. Sta. Rep. **1936**, 1937, 85—116; King, C. J., A. meth. f. the contr. of cotton root rot in the irrig. south west. U. S. Dep. agr. Circ. **425**, 1937; Friend, W. H., T. crow bar meth. of appl. soil correctives, pl. nutrit. a. dis. inhibit. chem. ab. t. roots of hortic. pl. Proc. Am. Soc. hort. Sci. **37**, 1940, 1080—1083.

[2]) Kühn, J., Ber. ü. Erg. d. Vers. z. Ermittl. d. Urs. d. Rübenmüd. Ber. landw. phys. Labor. **3**, 1881, 88; Davis, L. R., Port. Ric. agr. exp. Sta. Rep. **1927**, 19—24; Bulger, S. W., Stud. on element. sulph. as a soil insectic. Ohio Jl. Sci. **28**, 1928, 1–42.

[3]) Chitwood, B. G., Newhall, A. G. a. Clement, R. L., Onion blast or eelw. rot, a dis. caus. by the bulb or stem nema., *Dityl. dips.* (Kühn) Fillip. Proc. Helm. Soc. Wash. **7**, 1940, 44—51; Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[4]) Mitchell, B. L., Explor. trials of Gammex. a. oth. chem. in the contr. of tob. soil pests. Rhod. Agric. Jl. **43**, 1946, 126—130.

[5]) Hammond s. S. 221[1]). [6]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).

[7]) Müller-Thurgau, H. u. Osterwalder, A., Vers. z. Bek. d. Kohlh. Landw. Jahrb. Schweiz. **33**, 1919, 1—221; dies. s. S. 224[3]); Osterwalder A., Kohlherniebek.vers. 3. Mitt. Landw. Jahrb. Schweiz **37**, 1929, 787.

[8]) Kühn s. S. 203[6]). [9]) Schoevers s. S. 160[10]).

[10]) Nostiz, A. v., Desinf.vers. auf Moorboden. Landw. Jahrb. **48**, 1915, 587–606.

[11]) Loew, O., Üb. Bodensäuberung. Zentralbl. Bakt. II. **31**, 1912, 466—477; ders., Üb. Chlork. a. Bodendesinf.mittel. D. prakt. Landw. 1925, 413; dagegen Morgan s. S. 203[6]); Honig s. S. 203[1]); (Lit.). [12]) Doran s. S. 205[8]).

[13]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]); dagegen Gratz s. S. 172[4]).

[14]) Vergovsky, V. J. a. Vodolagin, V. D. (Pest. a. dis. of essential oil plants a. th. contr.). Pan. Sowj. sci. Res. Inst. essent. oil. ind. VIEMP 1938.

[15]) Loew s. S. 225[11]); Rademacher u. Schmidt s. S. 195[3]).

[16]) Eyer, J. R., T. bionomics a. contr. of the onion magg. Penns. agr. exp. Sta. Bull. **171**, 1922.

[17]) Snell, J. a. Johnson, F., Ormskirk pot. trial. Min. Agr. Fish. Misc. Publ. **28**, 1920; Hunt, O'Donnell a. Marshall s. S. 172[4]); Roach et. al. s. S. 224[2]); Ducomet et Foex s. S. 205[6]); Lemmerzahl, J., Beitr. z. Bek. d. Kart.krebses Phytop. Zeitschr. **2**, 1930, 281. [18]) Thiem s. S. 200[15]).

b) Natriumchlorat dient als Streu- oder Gießmittel zur Vernichtung der tiefwurzelnden Bodenunkräuter und vernichtet auch keimende Samenunkräuter[1]). Infolge der beträchtlichen Nachwirkung kann es auf Kulturflächen nur in beschränkten Mengen (10—30 g/qm, je nach Bodendurchlässigkeit und Niederschlagsmenge) auf feuchten Boden bei Abwesenheit bzw. nach Entfernung der Nutzpflanzen bzw. im hinreichenden Abstand von diesen gegeben werden[2]). Auf unbestellten Flächen können höhere Mengen verwendet werden: bei etwa 160 g/qm wird die annuelle Vegetation völlig unterdrückt, im 4. Jahr beträgt die Wirkung noch etwa 10%. Die Zersetzung wird durch höhere Temperatur und Feuchtigkeit gefördert[2]). Die Toxicität ist in humusreichen Böden und bei reichlicher Nitratversorgung des Bodens herabgesetzt. Über den Einfluß auf Pathogene ist nichts bekannt.

c) Fluoride bewährten sich als Bodeninsektizide gegen Coleopteren nicht[3]), abgesehen von der Anwendung von Cryolit (Natriumaluminiumfluorid) gegen *Crambus bonifatellus* (24 g/qm, Rasen geschädigt)[4]). Für die Pflanzen wäre letzterer weniger schädlich als Bleiarsengaben im Boden[5]).

d) Die toxische Wirkung der Fluorokieselsäure wurde gelegentlich zur Bekämpfung von Bodenschädlingen genutzt. In mittleren bis hohen Gaben sind die Salze für Pflanzen nicht unschädlich.

Erfolge liegen vor gegen Termiten (Gießen einer 5—10%igen Lösung des Magnesiumsalzes)[6]), *Popillia japonica* (168 bis 336 g/qm in Topfversuchen in den Boden gemischt, Natriumsalz ist wirksamer als Bleiarsenat, Kalium und Bariumsalz diesem gleich)[7]), *Cotinis texana* (18 g/qm Natriumsalz)[8]), *Lachnosterna hirticola* (25 g/qm, 32%, viel weniger wirksam als Bleiarsenat)[9]), Rüsselkäfer an Erdbeeren[10]), *Paria canella* und *Collaspis brunnea* (Stäuben mit Gemisch der Ba- und Na-Salze u. ä.)[11]), *Psila rosae* (45 g/qm Na-Salz vor allem gegen Frühjahrsschäden, im Herbst weniger wirksam)[12]), *Chortophila brassicae* (0,4%ige Lösung des Na-Salzes gegossen)[13]). Unwirksam waren Fluorosilikate gegen Drahtwürmer[14]). Natriumfluorid versagte gegen *Amphicoma vulpina*[15]).

---

[1]) Korsmo, E., Unkräuter i. Ackerb. d. Neuzeit. Berlin 1930; Fürst, F., Chem. Pfl.gifte als Unkr.vertilg. m. Prakt. Bl. Pfl.b. u. Pfl.schutz **13**, 1935, 1; Crafts, A. S., Fact. infl. the effectivn. of sod. chlor. as a herbic. Hilgardia **9**, 1939, 437—457; ders., s. S. 222[13]); ders., Toxic. stud. w. sod. chlor. in 80 Calif. soils. Hilgardia **12**, 1939, 233—247; Hurd Karrer, A. M., Comp. suscept. of crop. pl. to sod. chlor. inj. U. S. Dept. Agr. Techn. Bull. **648**, 1940; dies., The inhib. eff. of nitr. on chlor. inj. Am. Jl. Bot. **28**, 1941, 197—206; dies., Chlor. toxic. a. persistence in rel. to soil react. Jl. agr. Res. **63**, 1941, 841—894; Schwendiman, A., The toxic. a. decompos. of sod. chlor. in soils. Am. Soc. Agr. Jl. **33**, 1941, 522—537; Muenscher s. S. 218[3]) u. a.

[2]) Nelson, R. T., Stud. of microb. act., chlor. red. a. chlor. toxic. in soils treat. w. sod. chlor. Jl. agr. Res. **68**, 1944, 221—237.

[3]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).

[4]) Bohart s. S. 220[6]). [5]) Scott a. Karr s. S. 217[14]).

[6]) Kofoid s. S. 222[17]).

[7]) Lipp s. S. 220[8]); Metzger s. S. 203[10]); Fleming s. S. 194[8]).

[8]) Nichol s. S. 156[14]).

[9]) Neiswander s. S. 221[1]).

[10]) Melander, A. L., Webster, R. L. a. Spuler, A., Soil treatm. f. subterr. ins. Wash. Coll. Sta. Bull. **208**, 1926, 21—22.

[11]) Neiswander s. S. 222[2]).

[12]) Gorham s. S. 210[3]).

[13]) Anon. Rep. Div. Ent. N. Y. agr. exp. Sta. **47**, 1928, 44.

[14]) Headlee, T. I., Rep. Div. Ent. N. Y. agr. exp. Sta. **1925/26**, 1927, 228; McDougall s. S. 204[1]).

[15]) Franklin et al. s. S. 222[16]).

6. Säuren

Da viele Schädlinge gegen kurzfristige Einwirkung von höheren Säuregraden sehr empfindlich sind, kann eine vorübergehende Ansäuerung des Bodens entseuchend wirken. Praktisch kommen nur Schwefelsäure und Essigsäure in Frage; die starke parasitizide Wirkung der Ameisensäure ist der Bodenentseuchung nicht nutzbar gemacht. 0,002—0,02% ist toxisch für *Heterodera schachtii*, 2% unmittelbar vor der Saat gegeben, verhindert Wurzelbrand[1]).

a) Schwefelsäure

Schwefelsäure wirkt im Boden auf manche Pilze tödlich und hat in Keimbeeten wegen ihrer anhaltenden Wirkung, insbesondere bei langsam keimenden Forstsämereien, Vorteile. Die Wirkung ist aber auf verschiedenen Böden unterschiedlich[2]), für kalkreiche Böden ist sie ungeeignet[3]). Es ist ratsam, vor der Behandlung größerer Flächen die günstigste Aufwandmenge durch Vorproben festzustellen. Die Saatbeete werden unmittelbar nach der Einsaat oder kurz vor dieser (Säure bei der Saat durch Kalk abstumpfen!) behandelt und reichlich gewässert, um gleichmäßige Verteilung zu erzielen und Schäden abzumildern. Die brauchbaren Konzentrationen liegen zwischen 0,3 und 2,5%, bei einer Aufwandmenge von 5—30 l/qm; höhere Konzentrationen sind schädlich[2]).

Schwefelsäure wird hauptsächlich gegen Wurzelbrand (*Pythium* sp., *Rhizoctonia* spp.) in Coniferenansaaten[4]) verwendet, ferner gegen *Verticillium dahliae* (0,5 l/qm, 10%)[5]), *Sclerotinia sclerotiorum* (2%)[6]), Bodenkrankheit in Vermehrungssand (Rosen und Chrysanthemen müssen durch asphaltbestrichene Zinnhütchen geschützt werden![7]). Erfolglos war die Anwendung bei *Sclerotinia minor*[8]), *Plasmodiophora brassicae*[9]), Getreidewurzelfäule[10]) und verschiedenen Bodenpilzen und Älchen[11]). Die Wirkung auf Dauersporangien von *Synchytrium endobioticum* hängt vom Säuregrad ab[12]). Insektizide Wirkung fehlt (*Popillia japonica*[13]), *Rhagoletis cerasi*[14]).

---

[1]) Chem. Fabr. v. Heyden, A.G., Verf. z. Bek. d. Rübennemat. Zeitschr. Dtsch. Zuckerind. **81**, 1931, 198; Osmun, A. V., Mass. agr. exp. Sta. Bull. **347**, 1938, 29, 37.

[2]) Wilde, S. A., Rec. findings pert. to the use of sulph. ac. f. th. contr. of damp. off dis. Jl. For. **35**, 1937, 1102–1110. [3]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[4]) Spaulding s. S. 204[12]); Hartley, C., The use of fungic. to prevent damp. off. Phytop. **2**, 1912, 99; ders., Use of soil fungic. to prev. damp. off of conif. seedl. Proc. Soc. Am. Foresters. **7**, 1912, 96—99; ders., Phytopath. **4**. 1914, 73–78; ders. s. S. 224[9]); Hartley a. Pierce s. S. 172[4]); Hartley a. Merviel s. S. 205[8]); Toumey, J. W. a. Li, T. T., Nurs. invest. w. spec. ref. to damp. off. Yale Univ. School For. Bull. **10**, 1924, 36; Owens, C. E., Principles of pl. pathol. 1928; Wiant s. S. 216[4]); Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]); Ten Houten s. S. 205[8]).

[5]) Schoevers s. S. 160[10]).

[6]) Brown, J. G. a. Butler, K. D., Sclerotiniose of Lettuce in Arizona. Ariz. agr. exp. Sta. Bull. **63**, 1936, 475—506.

[7]) Mader, E. O., A corr. meas. f. „soil sickness" occur. in sand media. Phytopath. **37**, 1947, 682—683. [8]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[9]) Schaffnit, E. a. Lüstner, G., Ber. üb. d. Auftr. v. Feinden u. Krankh. d. Kulturpfl. i. d. Rheinprov. 1918/19. Ber. Landw. Kammer f. d. Rheinprov. **4**, 1920.

[10]) Capus, J. D., Wirk. d. Schw.säure a. d. Fußkr. d. Getreides. *Lept. herpotr.* Acad. agr. **1**, 1915, 224—231. [11]) Schwartz 1930, s. S. 173[1]).

[12]) Roach, W. A. a. Glynne, M. D., The toxic. of cert. sulph. comb. to *Synch. endob.* the fung. caus. wart dis. of potat. Ann. appl. Biol. **15**, 1928, 168—169.

[13]) Davis s. S.191[2]).

[14]) Wiesman s. S. 202[5]).

b) Essigsäure

Verdünnte Essigsäure und Essigsäure-Gärungsprodukte (Essig, vinegar) sind gelegentlich mit Erfolg als Mittel gegen Bodenpilze verwendet worden. Die nematozide Wirkung ist unzureichend, die insektizide Wirkung offensichtlich beschränkt. Infolge der rasch (12—41 Tage)[1]) vorübergehenden Ansäuerungen werden schädliche Pilze unterdrückt, dagegen erlangen einige harmlose die Oberhand, deren üppige Entwicklung dem Boden ein graues Aussehen gibt, das bei Rückkehr zur normalen Reaktion wieder verschwindet[2]). Torfzusatz erhöht die Wirkung[3]), die gleich oder schwächer als die des Formalins und schwächer als die von Quecksilberpräparaten ist[4]). Geringe Wachstumshemmung durch die Behandlung wurde beobachtet. Diese erfolgt am besten 10—14 Tage vor der Aussaat[5]). Cruciferensamen sind empfindlicher als andere Sämereien[6]). Zur Anwendung gelangen 1—2%ige Essigsäure (10—31 l/qm) als Gießmittel. Der billigere Holzessig (25 l/qm) kann einen Tag vor der Aussaat verwendet werden[7]). Als Streumittel wird Essigsäure (23% adsorbiert an Holzkohle) verwendet (453 g/qm).

Erfolgreich wird Essigsäure gegen Wurzelbranderreger, namentlich *Pythium debaryanum*[8]), auch als Trockenpräparat (Adsorbat) am Tage vor der Saat[9]), *P. ultimum*[10]), *P. arrhenomanes*[11]), *P. aphanidermatum*[12]), aber auch *Corticium* (*Rhizoctonia*) sp.[13]) und *Thielavia basicola*[14]) angewendet, ferner gegen *Sclerotinia minor* (1,5—2% 10—12 l/qm)[15]), *Coniothyrium diplodiella* (10 l/qm)[16]), *Fusarium oxysporum cubense* (1%)[17]). Holzessig (251 g/qm) vermindert Befall durch *Het. schachtii*[18]), nach anderen versagt Essigsäure (1%, 10 l/qm).

In Forstsaatbeeten wurden *Lachnosterna* sp., Drahtwürmer und auch Regenwürmer durch die Behandlung gegen Wurzelbrand (6 g/qm) abgetötet[19]).

---

[1]) Schwartz s. S. 173[1]); Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[2]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[3]) Flachs s. S. 215[13]).

[4]) Staehelin, M. e. Porchet, B., Contrib. à l'et. d. l. désinf. part. du sol en cult. marach. et hortic. Ann. agr. Suisse **1933**, 76.

[5]) Doran, W. L., Acet. ac. as a soil disinf. Jl. agr. Res. **36**, 1928, 269–290 u. a.

[6]) Doran s. S. 205[8]).

[7]) Doran, W. L., Vinegar as a soil disinf. Science N. S. **84**, 1936, 273—274.

[8]) Doran s. S. 228[5]); ders., Acet. ac. a. pyrolign .ac. in comp. w. formald. as soil disinf. J. agr. Res. **44**, 1932, 571—578; ders., Mass. agr. exp. Sta. Bull. **293**, 1933; ders. s. S. 205[8]) u. 228[7]); Anderson, P. J. a. Swanback, T. R., Conn. agr. exp. Sta. Bull. **311**, 1930, 269—270; Staehelin e. Porchet s. S. 228[4]); Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[9]) Doran s. S. 228[7]). [10]) Brien a. Chamberlain s. S. 172[4]).

[11]) Elliott, Ch., Melchers, L. E., Lefebure, C. L. a. Wagner, F. A., *Pythium* rot of Milo. Jl. agr. Res. **54**, 1937, 797—833.

[12]) Yu, T. E., *Pyth.* damp. off of cucumber. Agric. Sinica **1**, 1934, 91—106.

[13]) Doran s. S. 228[5])[7]); Brien a. Chamberlain s. S. 172[4]).

[14]) Doran s. S. 228[5]). [15]) Flachs s. S. 215[13]).

[16]) Faes, H. e. Staehelin, M., Le coitre de la vigne (*Con. dipl.*). Terre Vaud **1935**, 133, 154, 172, 193.

[17]) Meredith s. S. 206[10]).

[18]) Hurst, R. H., Pot exp. on the chem. treatm. of soil inf. w. the potat. a. oat str. of *Het. schachtii*. Jl. Helminth. **16**, 1938, 61—66.

[19]) Mitchell, H. L., Prel. not. on a meth. f. the prevention a. contr. of white grub infest. in nurs. soils. Black Rock For. Pap. **1** (14), 1939, 95—97.

7. Formaldehyd (Formalin)

a) Der leichtflüchtige (Kp 21° C) Formaldehyd ist wirksam als 40(35–41)%ige Lösung (mit Zusatz von Methylalkohol zur Verhütung der Polymerisation als Formalin im Handel brauchbar), durch deren Verdünnung Bodenentseuchungslösungen hergestellt werden. Er ist relativ billig und im Gebrauch ungefährlich, wenn man Einatmen und direkte Schleimhautreizung vermeidet; er hinterläßt im Boden keinerlei Rückstände oder störende Veränderungen, jedoch werden infolge der notwendigen hohen Flüssigkeitsmengen die Böden leicht verschlemmt bzw. brauchen, vor allem bei trübem Wetter, ziemlich lange, bis sie wieder kulturfähig sind[1]).

Auf Pilze und Bakterien wirkt Formaldehyd relativ rasch tödlich, eine Schädigung tierischer Organismen tritt erst bei höheren Konzentrationen nach ziemlich langer Zeit ein; da andererseits die Verbindung relativ rasch verdampft, werden zoozide Wirkungen kaum erzielt. Die Bodenflora wird vorübergehend stark reduziert, Kupfer und Mangan in Freiheit gesetzt; hierdurch können auf manchen Böden anfangs Wachstumsstörungen eintreten[2]). Für Wurzeln und Samen höherer Pflanzen sind bereits niedrige Konzentrationen schädlich; im allgemeinen ist daher eine Schutzfrist von 7—10 Tagen vor der Aussaat bzw. 10—14 Tagen vor dem Auspflanzen zu wahren[3]). In Zweifelsfällen werden Salatpflänzchen in dem zu prüfenden Boden ausgepflanzt, die innerhalb von 24 Stunden keine Schädigung zeigen dürfen[4]). Langsam keimende Samen, z. B. Sellerie, Möhre, können etwas früher ausgesät werden als schnellkeimende[5]).

Eine Ausnahme bilden *Beta* und *Spinacia*, u. U. auch Kartoffeln, die gegen Formaldehyd ziemlich unempfindlich sind, so daß sogar kulturale Behandlung nach der Saat (1:200, 5 l/qm bzw. 1:300, 760 ccm/qdm) möglich ist[5]). Der Versuch, bereits früher auszusäen, um den Formaldehyddampf zur Samendesinfektion mitzuverwenden, scheiterte daran, daß sich der Wirkstoffgehalt der Bodenluft nicht sicher feststellen läßt, und daher entweder ungenügende Entseuchung oder aber Keimschäden in Kauf genommen werden müssen[6]). Cruciferensamen sind empfindlicher als andere Sämereien[7]).

Formaldehyd wird fast ausschließlich als Gießmittel verwendet[8]): starke Verdünnungen (1:100—1:50 käufliches Formalin mit Wasser) werden praktisch bevorzugt, konzentriertere Lösungen (1:33—1:24) jedoch auch empfohlen; da die Wirkungstiefe fast ausschließlich durch die Eindringungstiefe der Flüssigkeit begrenzt wird[9]), muß nach Anwendung konzentrierter Lösungen (oder in

---

[1]) Martin s. S. 177[2]); Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]); Kotte s. S. 160[10]) u. a. m.
[2]) Dalton a. Hurwitz s. S. 145[2]).
[3]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).
[4]) Kotte s. S. 160[10]). [5]) Doran s. S. 205[8]).
[6]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).
[7]) Doran s. S. 205[8]).
[8]) Quanjer, H. M. e. Slagter, N., De roest of schurfziekte selderie knol. Tijdschr. Pl. Ziekt. **20**, 1914, 13; Anon., Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt 1917—1930; Gerritsen, F. C., Hissink, D. J., Volkersz, K. e. Zijlstra, K. E., Onderz. n. d. oorz. en de bestrijd. v. h. zgn. v. d. wortel gaan v. narcissen en hyacinthen. Versl. landb. kund. onderz. Rijkslandw. Proef. sta. **32**, 1927; Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]); Kotte s. S. 160[10]).
[9]) Hunt, O'Donnell a. Marshall s. S. 172[4]).

manchen Fällen auch unverdünnten Formalins, z. B. 0,8 l/qm)[1]) kräftig nachgewässert werden. Die Aufwandmenge läßt sich auf Grund der bewährten Dosis von 40—42 l/qm für 1:100 errechnen (1:50—20 l/qm; 1:24—12 l/qm; 1:12—6 l/qm); durch Nachwässern soll in jedem Fall eine Flüssigkeitsmenge von 30–40 l/qm erreicht werden. Es werden jedoch häufig geringere Mengen verabfolgt, trotzdem mit hohen bessere Erfahrungen gemacht wurden[2]). Wenn der Boden diese Wassermengen nicht auf einmal aufnimmt, werden sie in Portionen in halbstündigen Abständen verabfolgt. Um eine hinreichende Eindringungs- und Wirkungstiefe zu sichern, ist auf gute Bodenvorbereitung und mittleren Feuchtigkeitsgrad besonderer Wert zu legen (s. S. 189). Um vorzeitiges Entweichen zu verhüten und eine ausreichende Wirkungsdauer zu gewährleisten, soll der behandelte Boden mehrere Tage abgedeckt werden; Wasserdichtung genügt hier nicht. In schweren, stark adsorbierenden Böden kann notfalls auf Abdeckung verzichtet werden. Sobald der Boden nach dem Aufdecken hinreichend abgetrocknet ist, wird er zur Beschleunigung der Entlüftung und Trocknung umgearbeitet. Die Nitratbakterien und Bodenpilze werden günstig beeinflußt[3]).

Die Behandlung kann jederzeit durchgeführt werden, jedoch ist sie bei hohen Bodentemperaturen, infolge der raschen Verflüchtigung des Gases, unsicher. Zur Sicherung zeitiger Frühjahrsbestellung empfiehlt es sich, die Frühbeetkästen usw. im Herbst zu behandeln; jedoch müssen Vorsichtsmaßnahmen gegen Neuinfektion getroffen werden (s. S. 147).

Formalinbehandlung kann mit dem Dämpfen des Bodens kombiniert werden, indem ersteres verdampft und der Dampf in eine Dämpfpfanne eingeleitet wird; das Formaldehyd dringt dann tiefer ein als beim Gießverfahren, die Entseuchungswirkung ist gegenüber dem Dämpfen wesentlich gesteigert (15 Minuten Dämpfen mit 29,5 ccm/qm Formalinlösungszusatz wirkt so wie 90 Minuten Dämpfen), die Kosten werden vermindert, eine raschere Verwendung des Bodens ist möglich[4]).

Zur schnellen Entseuchung von Topferde[5]) (feingesiebtem, leichtem, stark mit Sand untermischtem Boden) wird dieser mit 1,2 ccm 40%igem Formalin (zweckmäßig 1:6 verdünnt) je Liter Boden gut vermischt und stehen gelassen. Ist die Bodenschicht nicht tiefer als 7,5 cm, kann nach 12—24 Stunden, je nach der Keimungsgeschwindigkeit, ausgesät bzw. nach 3—5 Tagen bepflanzt werden, nachdem gründlich durchgegossen wurde. Die Aufwandmenge wird für ganz leichte Böden um 10—20% vermindert, für Torfböden um 20% erhöht. Das Verfahren hat sich in der Blumenanzucht bewährt.

Zur trockenen Anwendung von Formalin[6]) wird dieses unverdünnt im Verhältnis 15:85 an einen Trägerstoff (Infusorienerde, Kaolin oder Torf) adsorbiert; zur Entseuchung von Kulturerde werden solche Mittel mit Lehmboden im Verhältnis 6,3 g je Liter Boden (für Sandmischung in Vermehrungsbeeten 2,3 g, für Torfböden 12,5 g) vermischt, dann gut gewässert. Ausgesät kann sofort, gepflanzt nach 3 Tagen werden.

---

[1]) Z. B. Rigg, Kidson a. Chittenden s. S. 172[4]); Doran s. S. 205[8]).

[2]) Staehelin et Porchet s. S. 228[4]).

[3]) Tam, E. K. a. Clark, H. E., Eff. of chlorp. a. oth. soil disinf. on t. nitr. nutr. of t. pineapple pl. Soil Sci. **56**, 1943, 245—261.

[4]) Beachley s. S. 166[2]).

[5]) Guterman, F. a. Massey, L. M., A liquid. form. treatm. to contr. damp. off of flower seedl. Phytopathol. **25**, 1935, 18; Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[6]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

Ein Drillverfahren[1]) zum Schutz der Zwiebelsaat gegen *Tuburcinia cepulae* besteht darin, daß aus einem auf der einreihigen Drillmaschine montierten Tank[2]) in gleichmäßigem, geregeltem Strom eine 0,3—0,5%ige Formalinlösung (Konzentration der Bodenfeuchtigkeit angepaßt!) in die Drillreihe läuft (50 bzw. 30 ccm/lfd m oder 600—350 l/ha).

Im einzelnen liegen folgende Erfahrungen vor:

Viren: Tabakmosaik (2%), Tomatenmosaik[3]).

Bakterien: *Pseudomonas tabaci* (1:50, 10—25 l/qm)[4]), *P. campestre*[5]), *Bacterium michiganense* (nach Auswechseln der Krume Untergrund mit 1:24 behandeln)[6]), *B. solanacearum*[7]), *B. lactucae* und *B. aptatum* (im Herbst 1%, 5 l/qm)[8]), *B. carotovorum* und *B. aroideae* an Calla[9]).

Actinomycetes: *Actinomyces scabies* (unbefriedigend)[10]).

Archimycetes: *Plasmodiophora brassicae* (1—3%, 5—10 l/qm meist ungenügend[11]); neuerdings Erfolg mit 400 ccm/qm 40%, 14 Tage vor der Saat erfolgreich[12]), *Synchytrium endobioticum* (allein wenig wirksam, Erfolg mit 3 l/qm 1—2% und anschließendem Einpressen von Dampf durch 30—40 Minuten[13]), *Olpidium nicotianae*[14]), *O. brassicae* (1:40)[15]).

---

[1]) Stone s. S. 224[11]); Kotte s. S. 160[10]) u. a., vgl. S. 191.

[2]) Anderson a. Osmun s. S. 191[6]) u. a.

[3]) Berkeley s. S. 171[3]).

[4]) Berthold s. S. 160[2]); Böning s. S. 205[3]).

[5]) Cass Smith, W. P., Black rot of cabb., caulifl. a. rel. pl. Jl. Dep. Agr. W. Austr. Ser. 2, **20**, 1943, 298—302; Kendrick, J. B. a. Baker, K. F., Bact. blight of gard. stocks a. i. contr. by hotwater seed treatm. Calif. agr. exp. Sta. Bull. **665**, 1942.

[6]) Blood, H. L., Contr. of bact. canker of tomat. Canning Age **23**, 1942, 221—223.

[7]) Anon., Agr. Gaz. N. S. W. **1**, 1939, 554—558.

[8]) Anon., Gärtn. Rdsch. **1943**, 41.

[9]) Pape s. S. 172[4]).

[10]) Halsted, B. D., N. Jers. agr. exp. Sta. Ann. Rep. **18**, 1898, 276—294; **20**, 1900, 326—345; Appel u. Schlumberger s. S. 223[6]); Brown s. S. 216[4]); Meyer s. S. 209[2]).

[11]) Appel u. Schlumberger, Vers. z. Bek. d. Kohlh. Mitt. d. Biol. Reichsanst. **14**, 1913, 18—19 u. **15**, 1914, 13—15; Hammarlund, C., Några förs. m. klumprotsjuka (*Plasmod. brass.*) å kålväxter. Meddel. Centralanst. f. försöksväs. p. jordbruksomr. **106**, 1915; Müller-Thurgau u. Osterwalder, s. S. 225[7]); Schaffnit u. Lüstner s. S. 227[9]); Bremer, 1934, s. S. 203[1]); ders., D. Stand d. Kohlh.frage. Mitt. Dtsch. Landw.Ges. **49**, 1934, 1130; Blunck, H., Vergl. Prüf. chem. Mitt. g. Kohlh. Gartenbauwiss. **1**, 1929, 162; Flachs u. Kronberger s. S. 203[1]); Honig s. S. 203[1]); Jørgensen s. S. 215[9]).

[12]) Jamalainen s. S. 209[4]).

[13]) Eriksson, J., Wart dis. of pot. Jl. Bd. Agr. **21**, 1914/15, 135 u. 1126—1128; ders., Landtbruks-Akad. Handlingar och Tidskrift Nr. 6, 1913; Spieckermann s. S. 224[2]); Hammarlund, C., Centralanst. f. försöksväs. p. jordbruksomr. Bot. avd. **111**, 1915; Schaffnit u. Voß s. S. 224[2]); Schaffnit s. S. 224[2]); Lyman, Kunkel u. Orton s. S. 205[6]); Anon., Rothamsted 1923/24, s. S. 172[3]); Roach, Glynne, Brierley a. Crowther s. S. 224[2]); Hunt, O'Donnell a. Marshall s. S. 172[4]); Ducomet et Foëx s. S. 205[6]); dies., Essais effectués en 1927, C. R. Ac. Agr. France **14**, 1928, 422; Köck, G., E. Vers. z. Vern. d. Kartoffelkr. d. Bodendesinf. Österr. Z. f. Kartoffelbau **3**, 1927, **4**, 1928 u. s. S. 224[2]); Botjes, I. O., Bodemontsmetting ter bestrijd. v. d. Aardappelwartziekte. Tijdschr. Pl. ziekt. **36**, 1930, 17—22.

[14]) Banu, C. e. Constantinescu, (Crypt. per. in Tob. seed beds). Bull. Cultiv. Ferment. Tab. **24**, 1935, 175—189.

[15]) Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

Oomycetes: *Pythium debaryanum* und andere Wurzelbranderreger (0,5—2,0%, 8—24 l[1]), auch höhere Konzentrationen mit kräftigem Nachwässern (vgl. S. 229) und Schnellverfahren (s. S. 230)[2]); 450 g/qm Formalinstäubemittel streuen[3]); 4 bis 5:1000 T. 15% Staubmittel einmischen), *P. arrhenomanes*[4]), *P. aphanodermatum*[5]), *Aphanomyces raphani* (2%, 10 l/qm)[6]), *Phytophthora cryptogea* und *P. erythroseptica* (2%)[7]), *P. speciosa*[8]), *P. cactorum*[9]), *Plasmopara cubensis* (2%)[10]).

Ascomycetes: *Sclerotinia minor* (0,3—3,0%, 1,5—10 l/qm)[11]), *Sclerotinia* an Gurken[12]), *Scl. sclerotiorum*[13]), *Omphalia* sp. (1%, 11 l/qm, Wirkung mäßig)[14]), *Didymella lycopersici* (2%, 14 Tage vor der Pflanzung)[15]).

Basidiomycetes: *Tuburcinia cepulae* (Drillverfahren, etwa 45 ccm/lfd. m 1% oder entsprechende Mengen 0,3–1,6%ige Lösungen, Beizung heute vorgezogen)[16]),

---

[1]) Jones, L. R., The damp. off of conif. seedl. Vermont agr. exp. Sta. Rep. **20**, 1906/1907, 342–347; Spaulding s. S. 204[12]); Gifford, Verm. agr. exp. Sta. Bull. **157**, 1911; Russel, E. J. a. Petherbridge, F. R., Investig. on sickness in soil. Jl. agr. Sci. **5**, 1912, 86, 111; dies., Jl. Bd. Agr. **19**, 1913, 809; May a. Young s. S. 216[4]); Jørgensen s. S. 215[9]); Johnson, J., *Pyth. debar.* a. *Rhiz.* sp. caus. damp. off . . . Wisc. agr. exp. Sta. Res. Bull. **31**, 1914, 29—61; Klebahn, H., Krankh. d. Sellerie. Biol. Reichsanst. Flugbl. **83**, 1927; Masalab, N. A., (The use of form. on contr. the fung. dis. of young tob. pl. in hotbeds.) Zap. Gosud. Nikitsk. Optyn. Bot. Sada **15**, 1930, 39–62; Banu e. Constantinescu s. S. 231[14]); Selby a. Humbert s. S. 164[3]); Ludwigs s. S. 216[3]); Korff a. Böning s. S. 202[16]); Newhall, Chupp, Guterman s. S. 147[1]); Brien a. Chamberlain s. S. 172[4]); Anon., N. Car. agr. exp. Sta. Ann. Rep. **46/47**, 1942; Babb, M. F. a. Bohn, G. W., Contr. of soil-borne organisms, that cause rots of garden peas. Phytopath. **33**, 1943, 1098–1100; Jacks, H., Soil disinf. II. Prel. rep. on contr. of damp. off. N. Z. Jl. Sci. Techn. **A 26**, 1945, 357—358; Mulder s. S. 205[8]); Osmun s. S. 227[1]); Doran s. S. 205[8]); Person a. Chilton s. S. 205[8]); Ogilvie, L. et al., The contr. of damp. off fungi by means of chem. appl. to t. soil w. spec. ref. to weak form. sol. Agr. hort. Res. Sta. Bristol. Ann. Rep. **1938**, 98–114; Pape, H., D. *Pythium*-Wurzelf. d. Stiefmütterchen. . . Nachr. Bl. Dtsch. Pfl.Schutzd. **22**, 1942, 75—77; Frezzi, M. J., Contr. al estud. d. damp. off o enfermedad de los alcacigos en Repl. Argent. Publ. misc. Min. Agr. Buen. Aires. **A 3**, 1947; Buddin s. S. 172[4]); Pape s. S. 172[4]); Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[2]) Brown, W., Damp. off dis. of tomat. Gdnrs. Chron. Ser. **3109**, 1941, 55.

[3]) Horsfall s. S. 205[8]).

[4]) Elliot, Ch., Melchers, L. E., Lefebure, C. L. a. Wagner, E. A., *Pythium* rot of chilli. Jl. agr. Res. **54**, 1937, 797—834.

[5]) Parris s. S. 155[3]). [6]) Böning s. S. 205[3]).

[7]) Buddin s. S. 172[4]). [8]) Schmidt s. S. 172[4]).

[9]) Kotthoff, E., Neue Topfpfl.krankh. Kr. Pfl. **14**, 1937, 28—30.

[10]) Hollrung s. S. 202[16]).

[11]) Krout, W. S., Contr. of lettuce drop by the use of form. Jl. agr. Res. **23**, 1923, 645—654; Leach, J. G. a. Gilbert, H. C., Dis. of head lettuce in Minnes. Minn. agr. exp. Sta. Div. Pl. Path. Spec. Bull. **106**, 1926; Flachs. S. 215[13]); Wasewitz s. S. 215[13]); Staehelin s. S. 172[4]); Frickhinger s. S. 215[13]).

[12]) Poole, R. F., Celery dis. invest. Ann. Rep. N. Jer. agr. exp. Sta. **42**, 1922, 461—462.

[13]) Staehelin s. S. 172[4]); Anon. s. S. 231[8]).

[14]) Bliss, D. E., Soil disinf. as a mean of comb. deltine dis. in Date Palm. Ann. Rep. Date Grow. Inst. **12**, 1935, 13—16.

[15]) Williams et al. s. S. 209[6]).

[16]) Stone s. S. 224[11]); Taubenhaus s. S. 164[3]); Walker, J. C., Exp. up. form. drip. contr. of onion smut. Phytopath. **10**, 1920, 323—327; ders., Onion dis. a. their contr. U. S. Dept. Agr. Fmrs. Bull. **1060**, 1931; Whitehead, T., Exp. on the contr. of onion smut. Jl. Min. Agr. **28**, 1921, 443—450; Gregory, C. T., The rel.

Rhizoctonia solani (Dosierung wie *Pythium*)[1]), *Rhiz. violacea*[2]), *Armillaria mellea*[3]), *Clitocybe* sp. auf *Cinchona* (2—4%)[4]).

Fungi imperfecti: *Moniliopsis aderholdi* (1,5%, 10 l/qm)[5]), *Thielavia basicola* (1—2%, 25—30 l/qm)[6]), *Didymella lycopersici* (2%)[7]), *Phoma apiicola*[8]), *Colletotrichum tabificum* (ungenügend)[9]), *C. atromentarium* (2%, 15–27 l/qm)[10]), *Alternaria solani* (2%)[11]), *Cladosporium cucumerinum* (0,4%, 8—12 l/qm)[12]), *Cylindrocladium scoparium*[13]), *Cercospora beticola* (in Saatbeeten)[14]), *Verticillium alboatrum* (1–2%, 18–23 l/qm)[15]), *V. dahliae* (1–2%, 23 l/qm)[16]), *V. cinerescens* (1%, 0,5 l/Topf)[17]),

---

of rain to form. treatm. of onion smut. Phytopath. **12**, 1922, 155; Anderson, P. J., The rel. of soil moist. to form. injury of onion seedl. Phytopath. **13**, 1923, 392—403; Anderson a. Osmun s. S. 191[6]); Zillig, H., Uns. heut. Kenntn. v. Zwiebelbrand u. s. Bek. Zbl. Bakt. II. **60**, 1923, 50—58; Gibbs, J. G., Baylis, G. T. S. a. Blackmore, L., Exp. in contr. of onion smut (*Uroc. cep.* Frost). N. Z. Jl. Sci. Techn. A **22**, 1941, 162—166; Nelson, R., Dust fungic. vers. form. i. the contr. of onion smut. Quart. Bull. Mich. agr. exp. Sta. **28**, 1946, 226—247; Kotte s. S. 160[10]); Anon., Annu. agr. Suisse **50**, 1949, 767—904. S. auch S. 231.

[1]) Selby s. S. 172[4]); Avrekar a. Shaw, Mem. Dep. Agr. India **1915**; Hartley a. Pierce s. S. 172[4]); Peltier s. S. 172[4]); Gloyer a. Glasgow s. S. 207[6]); Gratz s. S. 172[4]); Beach, W. S., Form. a. oth. disinf. in the contr. of lettuce dis. Penns. agr. exp. Sta. Bull. **202**, 1926, 3—28; ders. Phytopath. **14**, 1924, 28—29; Clayton s. S. 209[4]); Small s. S. 172[4]); Teng, S. C., The Rhizoctoniosis of *Lobelia*. Phytopath. **19**, 1929, 585; Jørgensen s. S. 215[9]); Banu e. Constantinescu s. S. 231[14]); Panassyuk, M. P., (Hauptergebn. d. wiss. Forschg.arb. i. J. 1937 d. Allsowj. Forsch.Inst. f. Zuckerind.). Leningrad 1939; Madarang s. S. 172[4]); Frezzi, s. S. 232[1]); Camici, L., *Rhiz. sol.* e correl. tra fatt. paris. . . . Ann. sper. agr. NS **2**, 1948, 653–669; Kernkamp, Gibler a. Elling s. S. 206[6]); Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[2]) Flachs, K., Wurzelhalsfäule an Salatpfl. Obst- u. Gemüseb. **73**, 1927, 103—104; Frikhinger s. S. 215[13]).

[3]) Lannet, P., La pouridie de la vigne. Rev. Vitic. **88**, 1938, 159—165.

[4]) Heim s. S. 172[4]).

[5]) Böning s. S. 205[3]); Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[6]) Clinton, G. P., Root rot of tob. Conn. agr. exp. Sta. Rep. **1906**, 1907, 342 bis 368; Gilbert s. S. 172[4]); Major, T. G., Soil treatm. w. var. disinf. Sci. Agr. **6**, 1926, 283, 285; Perrin, O. e. Osmun, A., Lutte contre l. ennem. du tab. Rev. Techn. Monopole d. tab. **1**, 1928, 27—29; Bordien, R., The black rot of tob. Prov. Queb. Rep. Queb. Soc. Pl. prot. **1932/34**, 1934, 135—139; Böning s. S. 205[3]).

[7]) Read, W. H., Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt **1943**, 1944, 28—52 u. **1945**, 1946, 42—46. [8]) Quanjer e. Slagter s. S. 229[8]).

[9]) Anon., Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt **9**, 1923, 8, 65.

[10]) McKay s. S. 172[4]).

[11]) Berger, G., U. malad. d. l. tomate. l. necr. d. collet due a l' *Alt. sol.* Sor. d. l. rég. d. Casablanca e. d. Fedela. Ann. Epiphyt. N. S. **3**, 1937, 225—230; Boutelier, R., Quelqu. malad. d. l. mar. Fruits a. Print **8**, 1938, 173—191; Anon., Memento défense de Végetaux 1937; Richter s. S. 172[4]).

[12]) Muyzenberg, W. W. B. v. d., Onderz. ov. *Cladosp. cucum.* Tijdschr. Pl. ziekt. **38**, 1932, 81—118; Dijkstra s. S. 216[6]).

[13]) Arruda s. S. 164[1]).

[14]) Anon., Agr. Gaz. N. S. W. **48**, 1938, 256—260.

[15]) Anon., Dep. Sci. a. Ind. Res. N. Zld. Ann. Rep. **15**, 1941; **20**, 1946; Keyworth, W. G., *Vert.* wilt of the hop (*Hum. lup*). Ann. appl. Biol. **29**, 1942, 346—357.

[16]) Keyworth s. S. 233[15]); Jacks, H., Soil disinf. VII. Comp. val. of form. a. of paraform. in contr. of *Vertic.* wilt. VIII. Chem. contr. of *Vertic.* wilt of tomat. N. Z. Jl. Sci. Techn. A **30**, 1948, 115—118, 118—123.

[17]) Roodenburg s. S. 172[4]).

Botrytis cinerea (unsicher)[1]), *B. galanthina* (2%)[2]), *Fusarium martii phaseoli* (ungenügend)[3]), *F. dianthi* (2%, zweimal 10—12 l)[4]), *F. conglutinans* (Nachentseuchung der Pflanzstellen nach Ausmerzung kranker Pflanzen, 10%)[5]), *F. oxysporum cubense*[6]), *F. lini* (2–3%)[7]), *F. bulbigenum* (0,5% Staub, mäßige Wirkung)[8]), *F.* sp. an *Tagetes* (2%)[9]), *F.* spp.[10]), *Cylindrocarpon* sp. (1%, 10 l/qm)[11]), *Coniothyrium diplodiella* (10 l/qm)[12]), *Phymatotrichum omnivorum* (teils positive[13]), teils negative Ergebnisse[14]), *Sclerotium rolfsii* (1–2%, 13 l/qm)[15]), *S. delphinii*[16]), *S. gladioli*[17]), *S. cepivorum*[18]).

Zur Nematodenbekämpfung wird Formaldehyd kaum verwendet, trotzdem gute Abtötungserfolge erzielt wurden gegen *Heterodera marioni*[19]) und *H. schachtii*[20]).

Insektizide Wirkungen sind kaum festgestellt[21]). Drahtwürmer sollen vergrämt werden (0,4—0,8%)[22]).

b) Paraformaldehyd (Paraldehyd)

Das feste Polymerisationsprodukt des Formaldehyds (Trioxymethylen) kann ähnlich wie dieser als Streumittel mit Boden vermischt (35—95 g je 10 l Boden, je

---

[1]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[2]) Ingelström, E., Några akt. sjukd. på prydnadsväxter. Växtskyddsanst. Not. 1938, (2), 22—24.

[3]) Burkholder, W. H., The dry rot of the bean. Cornell. Univ. agr. exp. Sta. Mem. **26**, 1919.

[4]) Delacroix, G., Sur la malad. d. oeillettes, prod. p. l. *Fus. dianthi*. C. R. Ac. Sci. **131**, 1900, 961—963; Bickerton, J. M., Fus. of Carnations caus. by *Fus. dianthi* Prill. et Del. Cornell. Univ. agr. exp. Sta. Bull. **788**, 1942.

[5]) Myers, C. E., The Penn State Ballhead Cabbage. Some probl. encount in its devel. Penns. agr. exp. Sta. Bull. **430**, 1942.

[6]) Meredith s. S. 206[10]).

[7]) Carrera, C. J. M., La fusariosis o marchitamiento del Lino . . . Publ. misc. Min. Agr. Buen. Aires **113**, 1942. [8]) Hawker a. Singh s. S. 216[9]).

[9]) Dodge, B. O., Marigold wilt. Jl. N. Y. Bot. Gd. **37**, 1936, 211—214.

[10]) Banu e. Constantinescu s. S. 231[14]); Parris s. S. 155[3]); Babb a. Bohn s. S. 232[1]); Richardson a. Berkeley s. S. 172[4]) u. a.

[11]) Richardson a. Berkeley s. S. 172[4]); Camici s. S. 233[1]).

[12]) Faes e. Staehelin s. S. 228[16]).

[13]) King, C. J., Habits of the cotton root rot fung. Jl. agr. Res. 1923, 405—418; King, J. C. a. Loomis, H. J., Cotton root rot invest. in Arizona. Jl. agr. Res. **39**, 1929, 199—221; Ezekiel, W. N. a. Taubenhaus, J. J., Comp. soil. fungic. w. spec. ref. to. *Phym. omniv.* Phytopath. **24**, 1934, 8.

[14]) King, C. J. a. Hoppe, C., Distrib. of the cotton root rot fung. in soil a. pl. tiss. in rel. to contr. by disinf. Jl. agr. Res. **45**, 1932, 725–740; Ezekiel s. S. 193[3]).

[15]) Nolan, R. E., *Scl. rolfsii* Sacc. on Strawb. a. the eff. of. cert. chem. on the scler. Phytopath. **25**, 1935, 966; Anon., Tex. agr. exp. Sta. Rep. 1940, 1941, 83–91; Sherwood, S. E., *Scl. Rolfsii* a fung. pest of Calif. Sug. beets. Fact ab. sug. **30**, 1935, 427; Davey a. Leach s. S. 194[1]); Anon., Jl. Dep. agr. Vict. **41**, 1943, 312–316.

[16]) Mulford a. Weiss s. S. 210[4]).

[17]) Hawker, Bray a. Burrows s. S. 209[8]).

[18]) Anon. s. S. 234[15]).

[19]) Schoevers 1918 s. S. 201[11]); Matthews, D. J., Cheshunt Res. Sta. Ann. Rep. **6**, 1921, 47—50; Zimmerly a. Spencer s. S. 163[5]); Watson s. S. 202[10]); Landgraf, T., Wurzelälch. a. Gew.h. Begonien. Gartenwelt **32**, 1928, 354—358; Schwartz 1930 s. S. 173[1]).

[20]) Müller u. Molz s. S. 155[13]); Baunacke s. S. 196[3]).

[21]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).

[22]) Speyer, E. R., Parr, W. J. a. Read, W. H., Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt **27**, 1942, 53—64.

nach Bodenart) oder gestreut und 8—10 cm tief eingehackt (150 g/qm) werden[1]). Der behandelte Boden kann nach 2, vorsichtigerweise besser nach 3 Tagen bepflanzt werden; auf warmen, trockenen Böden entweichen die Dämpfe rascher als auf kalten und nassen. Schäden nach der Behandlung wurden gelegentlich z. B. bei *Lactuca, Beta, Campanula* und *Petunia* beobachtet. Paraldehyd wirkt vorzugsweise fungizid gegen *Pythium debaryanum, Moniliopsis aderholdi, Verticillium* sp., *Fusarium* spp., auch *Rhizoctonia, Sclerotium delphinii* und *Scl. rolfsii*. In höherer Dosierung (125 g/10 l Boden) mindert er auch *Heterodera marioni*[2]).

8. Cyan- (Blausäure-) verbindungen

a) Cyanide

Die löslichen Salze der Blausäure (Cyanwasserstoff) sind für alle Organismen schwere Zellgifte. Bodenentseuchend wirken sie in erster Linie durch hydrolytische Freisetzung von Blausäure. Nachteilig ist die spezifische Leichtigkeit des Gases und die dadurch bedingte geringe Tiefenwirkung (welche die Einbringungstiefe nicht wesentlich übertrifft). Dies begünstigt ein rasches Entweichen auch aus den oberen Bodenschichten. Blausäure wird in Böden stark absorbiert[3]), wobei die verschiedenen Bodenarten typische Absorptionsisothermen zeigen. Im Boden ist der durchschnittliche Gehalt an freier Blausäure sehr gering (etwa 0,5% der gebundenen). Er steigt nach der Gabe rasch an und fällt dann langsam ab; entweichendes Gas wird aus dem Adsorbat ersetzt. Durch die Adsorption wird die Diffusion verlangsamt und der Wirkungsradius begrenzt. Die Zersetzung der Cyanide ist erst nach 7 Tagen beendet; ob langsam oder rasch sich zersetzende Salze vorteilhafter sind, ist noch nicht völlig klar. Die Bodenflora wird wenig beeinflußt[4]). Wegen der großen Empfindlichkeit von Pflanzenwurzeln gegen Spuren gelöster Blausäure (und Salze) sind daher Schutzfristen vor der Bestellung einzuhalten. Kulturale Anwendung ist nur mit Vorsicht möglich. Es empfiehlt sich, die Behandlung in den Abendstunden vorzunehmen, da dann die Gefahr von Blattschädigungen durch aufsteigende Blausäure geringer ist. Verwendet werden die Alkalicyanide und das Kalziumcyanid in trockenem Zustand oder in wäßriger Lösung.

Blausäure selbst hat keine praktische Bedeutung für die Bodenentseuchung, da sie geringe Tiefenwirkung besitzt und sehr leicht die Pflanzen schädigt[5]); vor allem in feuchtem Boden ist sie fast unwirksam[6]).

---

[1]) Alexander, Young a. Kiger s. S. 205[8]); Tilford, P. E., Contr. of damp. off of flow. seedl. Ohio agr. exp. Sta. Bim. Bull. **152**, 1931, 167—175; Wilson, J. D., The use of form. dust. in grow. celery seedl. Ohio agr. exp. Sta. Bim. Bull. **159**, 1932, 198—204; Wilson, J. D. a. Tilford, P. E., The use of form. dust in grow. seedl. Ohio. agr. exp. Sta. Bull. **520**, 1933; Böning s. S. 205[3]); Anon. s. S. 233[9]); Klotz, L. J., Hilgardia **10**, 1936, 27—52; Jacks s. S. 233[16]).

[2]) Newton, W. a. Bosher, J. E., The tom. root knot dis. Sci. Agr. **13**, 1933, 594—595.

[3]) Shipinow, N. A., (Sorption of HCN on soils dur. their fumig. w. cyanid des.) Bull. Pl. Prot. **1940**, 192—199. [4]) Dalton a. Hurwitz s. S. 145[2]).

[5]) Sasscer, E. R. a. Sanford, H. L., Eff. of hydrocyanic ac. gas under vacuum cond. on subt. larvae. Jl. agr. Res. **15**, 1918, 133; Stone, M. W. a. Campbell, R. E., Chlorop. as a soil insectic. f. wirew. Jl. ec. Ent. **26**, 1933, 237; Sawa s. S. 221[6]); Mackie, D. B., Treat. balled nurs. stock to destroy earwig. Dep. Agric. Calif. Mon. Bull. **23**, 1934, 300. [6]) De Ong s. S. 180[2]).

α) Cyanalkalien

Das billigere Natriumcyanid wird fast ausschließlich verwendet, seltener Cyankali. Praktische Erfahrungen sind fast ausschließlich auf kleinen Flächen gesammelt worden. Abdeckung erhöht die Wirkung[1]).

Die Alkalicyanide werden meist in gelöster Form als Gießmittel angewendet (s. u.), selten im Injektionsverfahren[2]). Die angewandte Flüssigkeitsmenge wird der Bodenfeuchtigkeit in gewissen Grenzen angepaßt[3]), wobei zu berücksichtigen ist, daß sie zur Entseuchung eine hinreichend tiefe Bodenschicht (7,5 bis 10 cm) durchdringen muß[4]).

Die Aufwandmengen schwanken zwischen 4—150 g/qm, meist geben 15 bis 20 g/qm befriedigende Resultate: gelöst (0,2—74 g/l, gewöhnlich 1—1,5 g/l)[5]), seltener reines Salz in Erdlöchern[6]) oder als Trockengemisch (rund 75% NaCN, 16—24% KCl und 2—8% Füllstoffe) eingepflügt (15—85 g/qm)[7]). Zur Ausbringung von Lösungen auf größeren Flächen wurden besondere Geräte entwickelt[8]).

Für Pflanzen ist Natriumcyanid sehr giftig. Nach Flächenentseuchungen ist eine Schutzfrist von 7—42 Tagen, je nach den Standortsbedingungen, einzuhalten[9]).

Cyanalkalien besitzen keine nennenswerte bakterizide und fungizide Wirkung[10]), kann jedoch Wurzelbrand an Gemüse vermindern (0,02—0,03%, zum Boden gemischt und 48 Stunden in geschlossenem Gefäß gehalten, weniger gut 0,2 bis 0,5 g/lfd. m in die Reihe gestreut)[11]).

---

[1]) Mammelle, Th., Sur l'emploi du cyan. de potas. comme insectic. souterr. C. R. Ac. Sci. Paris **150**, 1910, 50—52.

[2]) De Ong s. S. 180[2]); Andres, A. u. Müller, A., Einf. Verf. d. Blausäureentw. aus Zyannatriumlös. u. s. Verw. z. Bek. schädl. Ins. Z. angew. Ent. **6**, 1920, 372–389; Peterson, A., A prelim. rep. on the use of sod. cyan. f. the contr. of the peachtree borer (*Sannin. exit.*). Jl. ec. Ent. **13**, 1920, 201—207; Melander, A. L., Div. Ent. 32, Ann. Rep. Wash. agr. exp. Sta., Bull. **175**, 1922, 21—25; Fant, Moore a. Peterson s. S. 197[4]); Muir, F. a. Swezey, O. H., Ent. Rep. Comm. Exp. St. Hawaii Sugar Pl. Assoc. **1924/25**. 1926, 12—23.

[3]) Smith, C. F., Contr. stud. of the woolly apple aphis. Jl. ec. Ent. **34**, 1941, 590; ders., The use of cyan. in contr. the root form of the woolly apple aphis. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 908—910.

[4]) Crowley, D. J., Cranberry invest. in Pacif. county. Wash. agr. exp. Sta. Bull. **180**, 1923, 73; Peterson, A., The strawberry root worm a serious pest on roses in the greenh. Rep. N. J. agr. exp. Sta. **1919/20**, 1921, 468.

[5]) Z. B. Davis s. S. 191[2]).

[6]) Mammelle s. S. 236[1]).

[7]) Hyslop, J. A., Soil fumig. Jl. ec. Ent. **7**, 1914, 305—312.

[8]) Davis s. S. 191[2]).

[9]) Gough s. S. 177[2]); Hyslop s. S. 236[7]); Davis s. S. 227[13]); McCool, M. M., Eff. of sod. cyan. on a numb. of fungi, bacteria a. *Actinom.* in soil a. its value in the contr. of damp. off of seedl. nema. a. cabbage root worm. Contr. Boyce Thompson Inst. **13**, 1945, 463—472.

[10]) Russel s. S. 163[8]); Schaffnit s. S. 224[2]); ders. Zeitschr. Pflanzenkr. **30**, 1920, 59.

[11]) McCool, M. M., Eff. of sod. cyan. on a numb. of fungi, bacteria a. *Actinom.* in soil a. its value in the contr. of damp. off of seedl., nema. a. cabbage root worm. Contr. Boyce Thompson Inst. **13**, 1945, 463—472.

Die nematozide Wirkung ist verhältnismäßig gering: *Heterodera marioni* (im Gewächshaus 2 × 22,5 g/qm in 15 l/qm Wasser; im Freien 135—405 g/qm mit nachfolgender Bewässerung und Ammonsulfatgaben von 200—600 g/qm; nur vorübergehend unterdrückt[1]), *Ditylenchus dipsaci* (50 g/qm günstig, nach späteren Versuchen jedoch 50—100 g/qm ungenügend)[2]).

Die insektizide Wirkung ist im allgemeinen gut. Cyannatrium wurde daher mehrfach zur allgemeinen Vernichtung von Bodeninsekten empfohlen (30 g/qm als 0,09%ige Lösung oder 100 g/qm auf Brache, letzteres wegen der starken Alkalirückstände nicht empfohlen)[3]). Sicher wirkende Dosen vernichten aber die Pflanzen, sind also nicht zur Kulturalbehandlung brauchbar.

Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Myriapoda: Tausendfüßler in kalten Kästen (17 g/qm in Furchen gestreut und mit Boden bedeckt; 28 g/qm verzögert die Keimung)[4]).

Orthoptera: *Gryllotalpa* sp. (3,7 g/l[5]), *Pycnoscelus surinamense* (in Töpfen 100 ccm 0,1% auf 400 g Boden; 1—2,5 g an die Wurzeln von Rosen; 90—100%)[6]).

Isoptera: Termitennester (18 g/qm in 4,5 l/qm)[7]).

Hemiptera: Cocciden an Kaffee (*Geococcus, Rhizoecus, Pseudococcus*) (0,3%, 9 l/Busch)[8]), *Eriosoma lanigerum* (0,1—1,0 g/Baum in 474—948 ccm bzw. 0,9 g/l, Gaben über 1 g/Baum schädlich; 7—14 g/Baum KCN, wirkt gut, schädigt aber die Bäume schwer)[9]), *Dactylosphaera vastatrix* (schwache Lösungen unzureichend)[10]).

---

[1]) Kühn s. S. 203[6]); Duruz, W. P., A study of the root-nematode (*Het. radic.*) and its control. Soil Sci. **4**, 1917, 481—492; Byars, L. P., Exp. on the contr. of the root-knot nemat., *Het. radic.* 1. The use of hydroc. ac. gas in loam soil in the field. Phytopath. **9**, 1919, 93–103; Watson, J. R., Flor. agr. exp. Sta. Bull. **151**, 1919, 211; ders. s. S. 202[10]); Robson s. S. 202[10]).

[2]) Schaffnit s. S. 224[2]); Russel s. S. 163[4]); Rump, L., Zur Bekämpfung der Stockkrankheit des Roggens. Deutsch. Landw. Presse **50**, 1923, 311; Schaffnit u. Lüstner, 1920, s. S. 227[9]).

[3]) Hinds, W. E., Alabama agr. exp. Sta. Ann. Rep. **31**, 1919, 27—29; Muir a. Swezey s. S. 236[2]).

[4]) Horsfall, J. L. a. Eyer, J. R., Prelim. notes on contr. of millip. under sash. Jl. ec. Ent. **14**, 1921, 269—272.

[5]) Watson, J. R., Mole crickets. Florida agr. exp. Sta., Press. Bull. **372**, 1925.

[6]) Doucette, C. F. a. Smith, F. F., Contr. exp. on the surinam cock-roach (*Pycn. surin.*). Jl. ec. Ent. **19**, 1926, 650—656.

[7]) Pomeroy, A. W. J., Rep. on the econ. import. of the dam. due to term. . . . on the Gold Coast a. the. meth. by which this loss may be curtailed. 1927 Acra; McDaniel, E. I., Michigan termites or white ants. Mich. agr. exp. Sta. Circ. Bull. **150**, 1934; Broekhuysen, G. J., Some sugg. f. the contr. of ants, espec. *Pheidole* or brown house ant. Frg. S. Afr. 1941.

[8]) Pickel, B., Algunos paras. radicic. de caffeeiro em Pernambuco. Chacaras e Quintaes **37**, 1928, 369—370.

[9]) Leach, B. R., Exp. in t. contr. of root f. of t. woolly apple aphis. U. S. Dep. Agr. Bull. **730**, 1918; Schoene, W. J., Notes on woolly aphis stud. Va. St. Crop. Pest. Comm. Quart. Bull. **4**, 1922, 7; Smith s. S. 236[3]); Reppert, R. R., Schoene, W. J. a. Underhill, G. W., Notes on woolly aphis stud. Quart. Bull. Virg. Crop Pest Comm. **4**, (1), 1922.

[10]) Cornu et Mouillefert s. S. 201[14]); 71; Dewitz, J., Neuere Bekämpfungsversuche gegen die Reblaus. Mitt. üb. Weinbau u. Kellerwirtschaft **26**, 1914, 149; Faes, H. et Staehelin, M., L'utilisation des gaz toxiques dans la lutte contre les insects nuisibles. Ann. Agr. Suisse **24**, 1923, 29—31.

Lepidoptera: *Sanninoidea exitiosa* (28 g gekörntes NaCN oder Lösung 7,4 g/l, 5 cm tief im Ringverfahren, 75—90%)[1]), *Agrotis segetum* (2%ige Lösung)[2]), *Crambus hortuellus* (0,3%ige Lösung örtlich angewandt; nach anderen 17 g/qm 1,5%ige Lösung ohne Erfolg)[3]).

Coleoptera: Scarabaeidae: *Popillia japonica* (auf Großflächen 12—18 g/qm maschinell ausgebracht, geringe Schädigung der Gräser [bis 110%]; trotzdem die Käfer in einem mit 2g/l gegossenen Boden nach 6—30 Stunden absterben, blieb Eintauchen von Töpfen in 0,9 g/l-Lösung unwirksam)[4]), *Leucopholis rorida* und *Lepidiota stigma* (20—40 ccm 200 g/l KCN in Pflanzennähe in Löcher gegossen wirkt ungenügend)[5]), *Lachnosterna* sp. (Spritzen des Bodens mit 1,5 g/l in einer Menge von 10 l/qm)[6]); Injektion von 50 ccm/Pflanzstelle 20%ige KCN-Lösung ungenügend; 11 g/qm KCN vermindern stark die zweiten Larvenstadien, für ausgewachsene Larven sind mindestens 56 g/qm nötig[7]), *Cotinis nitida*[8]), *Anomala orientalis* (4—13 g/qm in Lösung entseucht obere Bodenschichten, schädigt aber Gras[9]); 5—20 ccm 11,9%iger KCN-Lösung/Pflanzstelle schützt Zuckerrohr zu wenig[10]), *Lepidiota* spp. (Injektionsverfahren 2 × 14 ccm beiderseits der Pflanzstelle, 17%ige KCN-Lösung, oder Flächenbehandlung mit 0,5%iger KCN-Lösung, das Zuckerrohr nur vorübergehend gehemmt)[11]), *Melolontha* sp.[12]), *Amphicoma vulpina* (15 g/qm in 0,037%iger Lösung oder Überfluten mit 0,044%iger Lösung für 27 Stunden, jedoch nicht immer sicher)[13]).

Elateridae: Drahtwürmer verschiedener Art (94 g/qm in Mischung mit Magnesiumsulfat oder 45 g/qm mit 56—78 g/qm Ammonsulfat eingepflügt mit mäßigem Erfolg; 11—17 g/qm als 0,24%ige Lösung ungenügend, 34 g/qm als Lösung an die Pflanzstellen wirksam, aber zu teuer; 15—150 g/qm in 20 cm Tiefe 10 cm von den Pflanzenreihen entfernt (92—99%), bzw. 3 g/lfd m neben Fangreihen von Bohnen (s. S. 240) nach 14 Tagen 10 cm tief eingearbeitet, haben Erfolg (35–80%); 17 bis

---

[1]) Peterson s. S. 236[4]).

[2]) Stranak, F., Uzel, J., Baudys, E. u. a., Zpravao chorobách a skudcich rostlin kulturnich Cechách za rok 1918. Zemédelský Arch. Prag 1920, 80—96, 195. 202.

[3]) Beckwith, C. G., Cranberry invest. Rep. N. Jers. agr. exp. Sta. 1920, 447—459; dagegen Noble s. S. 220[6]).

[4]) Goodwin, W. H., Jap. flower beetle. Jl. ec. Ent. **12**, 1919, 247—252; Davis s. S. 227[13]); Leach, B. R. a. Thomson, J. W., A contr. f. jap. beetle larvae in golf greens. Jl. ec. Ent. **16**, 1923, 312—314; Fleming s. S. 194[3]); ders., Water a. water sol. of org. compounds as dips for the soil of potted pl. inf. w. jap. beetle. Jl. agr. Res. **33**, 1926, 821—828.

[5]) Leefmans s. S. 220[10]).

[6]) Cotton, R. T., Exp. work on the contr. of white grubs of Porto Rico. Jl. Dep. agr. P. R. **2**, 1918, 1; Ritcher, P. O. a. Jewett, H. H., White grub. contr. w. dichloroethylether. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 441–445; Franklin, H. J. a. Cross, C. J., Mass. agr. exp. Sta. Bull. **378**, 1941.

[7]) Hinds s. S. 237[3]); Wolcott, G. N., Inform. annual Div. Ent. Inf. An. Estacion Exp. Ins. Rio Piedras, Puerto Rico **1922**, 55—60; Filinger s. S. 221[1]); Franklin a. Cross s. S. 238[6]).

[8]) Ritcher a. Jewett s. S. 238[6]); Jewett s. S. 221[2]).

[9]) Swezey, O. H., Rep. on rec. field obs. on *An. orient.* a. res. of insectic. exp. Hawaii Pl. Rec. **9**, 1913, 386.

[10]) Zappe, M. P. a. Garman, P., Tests of insectic. f. the contr. of the as. beetle (*An. orient.*). Connect. agr. exp. Sta. Bull. **265**, 1925, 294—299; Britton, W. E., A new pest of lawn. Connect. agr. exp. Sta. Bull. Immed. Inf. **52**, 1925, 25—28.

[11]) Jarvis, E., Combatting the cane beetle. Queensl. Agr. Jl. **5**, 1916, 280—281.

[12]) Faes, H. et Tonduz, Rapport 1923. Ann. Agr. Suisse **25**, 1924, 383—390.

[13]) Franklin, H. J., Cranberry ins. invest. Rep. Cap Cod Cranb. Gr. Ass. **36**. 1925; Franklin s. S. 222[16]).

34 g/qm an die Pflanzstellen von gut angewachsenem Mais und Kartoffeln, auch Mischungen mit Magnesiumsulfat und Ammonsulfat)[1]).

Curculionidae: im allgemeinen weniger wirksam als Schwefelkohlenstoff[2]), *Otiorrhynchus ovatus* u. *O. sulcatus* (20 g/qm in 0,05% bzw. 0,2—0,4%iger Lösung ohne Schädigung der Preißelbeerwurzeln und an Reben; an Primeln und Cyclamen konnten ältere Larvenstadien nur durch pflanzenschädigende Konzentrationen getötet werden)[3]).

Chrysomelidae: *Paria canella* (an Rosen 34 g/qm bzw. 3 g in 1,9 l je Busch, aber Pflanzenschädigung bei Mengen von mehr als 11 g/qm bzw. 0,45—1,77 g/ Pflanze u. ä.)[4]).

Diptera: *Contarinia tritici* (Kokons, 10 g/qm KCN als 0,5%ige Lösung)[5]), *Rhagoletis cerasi* (Puppen 10 g NaCN und 5 g Ammonsulfat in 1,5—1,7 g/qm, sehr guter Erfolg!)[6]), *Epochra canadensis* (Puppen, jedoch entblättern die *Ribes*-Pflanzen)[7]).

β) Kalziumcyanid

Kalziumcyanid [$Ca(CN)_2$] und auch saures Kalziumcyanid [$CaH_2(CN)_4$] wirken nematozid und insektizid. Es kommt in Form von flockigen und gekörnten Präparaten, auch in Staubform oder in Lösung zur Anwendung. Bekannte Handelspräparate sind Cyanogas und Kalzid[8]).

Kalziumcyanid wird vor allem in trockenem Zustand und bei trockener Witterung verwendet, ohne nachzugießen; hierdurch wird die Gefahr von Pflanzenbeschädigungen durch Blausäurelösungen vermieden und eine länger andauernde gleichmäßige Durchgasung des Bodens erzielt. Dem raschen Entweichen des Gases in die Luft kann auf kleinen Flächen durch gasdichte Abdeckung entgegengearbeitet werden[9]). Vor allem auf schweren, wenig durchlässigen Böden (Lehm), ist es, verglichen mit Schwefel, gut wirksam, auf durchlässigeren weniger gut. Die Tiefenwirkung hängt von Bodendurchlässigkeit und Einbringungstiefe ab, durch Pflugsohlenverdichtung wird sie

---

[1]) Hyslop s. S. 236[7]); French, J. N., Wirew. contr. Mon. Bull. Calif. Comm. Hort. **5**, 1916, 223; Peterson, A., Lab. a. field exp. w. sod. cyan. a. other chem. ag. wirew. in the soil. Rep. N. J. agr. exp. Sta. **38**, 1917, 469; ders., Soil-infesting ins. invest. Rep. N. J. agr. exp. Sta. **1918**, 469—479; Melander 1923, s. S. 243[6]); Ladell s. S. 196[4]); Davis s. S. 191[2]).

[2]) Melander, A. L., Misc. pests a. their contr. Wash. agr. exp. Sta. Bull. **187**, 1924, 46—52.

[3]) Crowley s. S. 236[4]); Smith s. S. 173[3]); Anon., Wash. agr. exp. Sta. Bull. **394**, 1941.

[4]) Peterson s. S. 236[4]); Weigel, C. A. u. Doucette, C. F., Furth. obs. on the strawberry root worm on roses. Jl. ec. Ent. **15**, 1922, 204.

[5]) Sjöberg, K., Stud. och förs. rörande vetemyggorna *Cont. trit.* Kirb. a. *Clinodipl. mos.* Geh., samt deras bekämpande. II. Medd. Växtskyddsanst. **13**, 1936.

[6]) Thiem s. S. 200[15]).

[7]) Severin, H. H. P., Fruit flies of ec. imp. in Calif. Currant fruit fly (*Ep. canad.*). Mthly. Bull. Cal. St. Comm. Hort. **7**, 1918, 201—206.

[8]) Libes, R., Progr. Agr. et Vitic. Nr. 31, 1926; Goffart, H., D. Verw. v. Calcyanid in der Schädl.bek. Anz. f. Schädl.kunde **3**, 1927, 128—132; Régnier, R., De l'emploi du cyanure de calcium comme insecticide en France. 4. Intern. Congr. Ent. Ithaca. N. Y. **1928**, 87—89.

[9]) Chigarev, G., (On the application of soil-mulching for the control of soil-inhabiting pests). Plant Protect. **8**, 1931, 249—256; ders., (On the method of soil disinfection in the control of Scarabaeid larvae in forestry). Plant Protect. **8**, 1931, 534—547.

scharf begrenzt[1]). Bei tieferen Temperaturen (8—9° C) ist der Effekt besser als bei höheren[2]). Der Erfolg hängt oft weitgehend von der Anwendungszeit bzw. davon ab, ob aktive Stadien der Schädlinge getroffen werden[3]).

Auf größeren Flächen kann, vor allem zur Vorentseuchung, Kalziumcyanid breitwürfig oder mit dem Düngerstreuer gestreut und eingehackt oder mittels Pflügen, denen entsprechende Dosierungsgeräte eingebaut sind, eingepflügt werden. Zu kulturalen Simultanbehandlungen wird es in regelmäßigen Abständen in Löcher in Pflanzennähe untergebracht oder längs der Pflanzenreihen gedrillt bzw. gestreut[4]).

Das letztere Verfahren wird besonders wirtschaftlich zur Flächenentseuchung verwendet in Verbindung mit Fangpflanzensaat[5]). Nach Entfernung der Ernterückstände, Pflügen und Abeggen werden am besten im Frühjahr, wenn die Drahtwürmer aktiv sind, Weizen, Hafer oder Mais in 5 cm tiefen Reihen von 75 cm Abstand gedrillt; unter normalen Witterungsverhältnissen genügen 14 Tage, um die Drahtwürmer anzulocken, bei großer Trockenheit oder Kälte ist ein längerer Zeitraum erforderlich. Dann wird in den leicht aufgelockerten Boden das Kalziumcyanid neben die Reihen gedrillt, am besten etwas tiefer als die Fangsaat (Menge etwa 9 g/lfd m). Um Schädigungen der zu bestellenden Frucht zu vermeiden, soll die eigentliche Bestellung erst 7—10 Tage nach der Entseuchung erfolgen.

Die vorgeschlagenen Aufwandmengen wechseln in weiten Grenzen von 7—300 g/qm; als wirksame Mindestgabe kann im allgemeinen 30—60 g/qm angesehen werden. In Verbindung mit Fangpflanzen ermäßigen sich die Aufwandmengen auf 10—20 g/qm.

Gegen nasse Anwendung von Kalziumcyanid sind die Wurzeln höherer Pflanzen ziemlich empfindlich; vielfach scheitert auch die Anwendung kulturaler trockener Anwendung an der Empfindlichkeit der Pflanzen[6]). Nach Flächenentseuchung ist vor der Bestellung eine Schutzfrist von 7—10 Tagen zu wahren[7]).

---

[1]) Thorne s. S. 181[3]).

[2]) Miles, H. W. a. Turner, W. H., On the contr. of the root knot eelw., *Het. schachtii*. Jl. Helminth. **6**, 1928, 59—76.

[3]) Hawkins s. S. 200[4]).

[4]) American Cyanamid Co., Calc. cyan. f. the contr. of cert. ins., rodents a. other pests; Jarvis, E., Cane pest combat a. contr. Queensl. Agr. Jl. **21**, 1924, 325–326; ders., Rep. Bur. Sugar Exp. St. Queensl. **28**, 1928, 14–19; Miles, H. W. a. Petherbridge, F. R., Invest. on the contr. of wirew. Ann. appl. Biol. **14**, 1927, 359—387; Headlee, T. J., Rep. Dep. Ent. Rep. N. Jers. agr. exp. Sta. **1929**, 125—189.

[5]) Thomas, C. A., A rev. of res. on t. contr. of wirew. Penns. agr. exp. Sta. Bull. **259**, 1930; weitere Lit. s. S. 243[6]).

[6]) Cutright, C. R., Subterr. aphids of Ohio. Ohio agr. exp. Sta. Bull. **387**, 1925, 173; French, jr. C. a. Levick, G. T., The pear root aphis (*Erios. pyri*). Jl. Dep. Agr. Victoria **23**, 1925, 684; Chamberlin, W. J., The gooseberry root borer (*Xylocr. agass.*). Jl. ec. Ent. **18**, 1925, 674; Horsfall, J. L. a. Thomas, C. A., A prel. rep. on the contr. of wirew. on truck crops. Jl. ec. Ent. **19**, 1926, 181; Britton, W. E., Tobacco pl. severely injured by wirew. Conn. agr. exp. Sta. Bull. **275**, 1926, 314; Britton, W. E. a. Anderson, P. J., Tob. ins. obs. in Connecticut in 1925. Conn. agr. exp. Sta. Bull. (Tob. Sta.) **6**, 1926, 74T; McDougall s. S. 204[1]);

Die nematozide Wirkung des Kalziumcyanids ist ungleich. Nach Untersuchungen an *Heterodera schachtii*[1]) werden die in den obersten Bodenschichten (ca. 5 cm) liegenden Cysten nicht vollständig abgetötet; ferner schützt jede Pflugsohlenverdichtung die darunter liegenden Cysten gegen die Blausäurewirkung, so daß trotz sehr guter Abtötungserfolge in der Krume ein Cystenbestand überlebt, der im nächsten Jahre zu einer Neuverseuchung ausreicht. Durch grobe Lockerung des Untergrundes wird das Ergebnis nicht verbessert, offenbar weil das Gas nicht an die in Erdschollen eingeschlossenen Cysten herankommt. Infolge dieser Verhältnisse hängt der nematozide Erfolg weitgehend von den jeweiligen, vor allem physikalischen, Bodenbedingungen ab. Im einzelnen liegen folgende Ergebnisse vor:

Heterodera marioni (Herbstbehandlung 95—225 g/qm gibt 90% befallsfreie Tomaten, Frühjahrsbehandlung bei 8—9° C 99%; bei Gurken wirken 90—180 g/qm ungleich)[2]), *H. schachtii* an Rüben (90—225 g/qm mit wechselndem, nicht einfach der Aufwandmenge entsprechendem Erfolg, in manchen Fällen ohne Wirkung[3]); vor allem werden die tiefen Wurzeln ungenügend entseucht)[4]). *H. rostochiensis* (63—225 g/qm bringen erhebliche Ertragssteigerungen)[5]), *Ditylenchus dipsaci* (170—225 g/qm)[6]).

Die insektizide Wirkung ist sehr gut, wenn nicht besonders ungünstige Anwendungsbedingungen vorliegen; praktisch werden alle Bodeninsekten vernichtet (135—300 g/qm einpflügen)[7]).

Im einzelnen liegen folgende Erfahrungen vor:

Myriapoda: Tausendfüßler (Herbstbehandlung kalter Kästen 45 g/qm)[8]), *Scutigerella immaculata* (Erfolg unterschiedlich: ungenügend waren 2,5 g/qm oberflächlich gestreut, 14 g/qm im Feld in Furchen von 15—17,5 cm Tiefe oder 67 g/qm breitwürfig, wirksam dagegen 15 g/lfdm Spargelbeet in Furchen und 60 bis 101 g/qm — 80% — breitwürfig)[9]).

Orthoptera: *Gryllotalpa* sp. (134 g/qm gleichmäßig verteilt)[10]), *Brachytrypes membranaceus colossea*[11]).

Morrill, A. W. a. Lacroix, D. S., Rep. on the ins. invest. f. the 1937 seas. Conn. agr. exp. Sta. Bull. **410**, 1938, 444.

[7]) Campbell, R. E., Prel. rep. on the use of calc. cyan. as a soil fumig. f. wirew. Jl. ec. Ent. **17**, 1924, 562; Thomas s. S. 240[5]), u. a.

[1]) Thorne s. S. 181[3]).

[2]) Miles a. Turner s. S. 240[2]); Jones, L. H., Eradication of nema. in greenhouse soils. Mass. agr. exp. Sta. Bull. **260**, 1930, 342—343; Krishna Ayar P. N., Further exp. on the rootgall nema., *Het. mar.* Ind. Jl. agr. Sci. **3**, 1933, 1064—1071.

[3]) Goffart, H., Vers. z. Bek. d. Rübennema. (*Het. schachtii*) m. Kalz.cyanid. Arb. Biol. Reichsanst. **15**, 1927, 249—260; Hodson, W. E. a. Gibson, G. W., Some exp. w. calc. cyan. as a contr. f. pl. paras. nema. Ann. appl. Biol. **15**, 1928, 639—648; Miles a. Turner s. S. 240[2]).

[4]) Thorne, G. a. Giddings, L. A., The sugar beet nema. sit. in the western states. U. S. Dept. Agr. Farm. Bull. **1248**, 1922; Thorne s. S. 181[3]).

[5]) Hurst s. S. 228[18]). [6]) Hodson a. Gibson s. S. 241[4]).

[7]) Muir a. Swezey s. S. 236[2]). [8]) Frappa, C., Les ins. nuisibles au caféier à Madagascar. Agr. Prat. Pays chauds **2**, 1931, 245—247.

[9]) Thomas, C. A., Contr. of millip. in cold frames a. wirew. aff. truck crops Penns. Agr. Exp. Sta. Bull. **204**, 1926, 35; Anon., Bienn. Rep. Oreg. agr. exp. Sta. **1926/28**, 101; Wymore, F. H., The garden centip. Calif. agr. exp. Sta. Bull. **518**, 1931; Michelbacher s. S. 222[1]); Filinger s. S. 173[4]).

[10]) Watson s. S. 237[1]). [11]) Frappa s. S. 241[8]).

Dermaptera: *Forficula auricularia* (Erdballen mit 1 kg/cbm bzw. 21 g/qm bestreut und 24 Stunden bei 15,6° C gut verpackt stehen gelassen)[1]).

Thysanoptera: Blasenfüße (1333 g/cbm f. Winterbehandlung von Orchideenerde u. ä.)[2]).

Hemiptera: *Prociphilus erigeronensis* (1 g um die Pflanze)[3]), *Anuraphis persicae niger*[3]), *Eriosoma lanigerum* (70 g/qm)[4]), *E. pyricola* (ohne Schädigung der Pflanze nicht bekämpfbar)[5]), *Dactylosphaera vastatrix* (bei Vergasung unter Bedeckung bis 51 cm Tiefe abgetötet)[6]).

Lepidoptera: *Pennisetia marginata* (ohne Schädigung der Pflanze nicht bekämpfbar)[7]), *Macronoctua onusta* (Gießen mit 0,9—1,8 g/l)[8]), *Crambus seychellelus* und *C. emmerellus* (Gießen mit 0,2%)[9]), *Crambidae* (30 g/qm gestäubt ist wirkungslos)[10]).

Coleoptera: Scarabaeidae: *Lachnosterna* sp. (28 g über den Boden um die Pflanzstellen gestreut und nachhaltig gegossen, 85%[11]); schädigt aber *Poa*, *Medicago* u. Mais)[12]), *L. smithi* (10 g/Pflanzstelle innerhalb 24 Stunden, 90%; 5 g mit Sand gemischt je Pflanzstelle, 73%)[13]), *Lepidiota albohirta* (4 mal 3 g je Pflanzstelle, 40%, bzw. 0,65 g 5 cm über die Eier gelegt, bis 100%),[14]), *Anomala orientalis* (136 bis 272 g/qm gedrillt und eingewässert, schädigt aber den Rasen; 9—28 g/qm in Löcher in 36—72 cm Abstand wirkt nicht; dagegen wirken ohne Schädigung des Rasens 36—136 g/qm feines Cyanogas, bis 100%)[15]), *Rhizotrogus pallens*[16]), *Leucopholis irrorata* (10 g/Pflanzstelle, 10 cm tief mit beschränktem Erfolg)[17]), *Anodontonyx*

---

[1]) Steinweden, J. B., Fumig, f. Europ. earwig (*Forf. auric.* L.) in balled nursery stocks. Jl. ec. Ent. **27**, 1934, 919—923; Mackie s. S. 235[5]).

[2]) Mundinger, F. G., Experim. with calc. cyan. as an insectic. Proc. 69. Ann. Meeting, NewYork St. Hort. Soc. **1924**, 134—138; Miles, H. W., Thrips on orchid seedl. Gard. Chron. **81**, 1927, 96; Forggatt, J. L., Dust. w. calc. cyan. f. banana thrips contr. Queensl. Agr. Jl. **27**, 1927, 67—72.

[3]) Cutright s. S. 240[6]).

[4]) Quayle, H. J., Calc. cyan. dust. as an insectic. J. ec. Ent. **16**, 1932, 327—328.

[5]) French a. Levick s. S. 240[6]).

[6]) Chigarev s. S. 239[9]).

[7]) Headlee, T. J. a. Ilg, C., Some facts rel. to the raspberry crown borer (*Bemb. marg.*). Jl. ec. Ent. **19**, 1926, 471.

[8]) Ries, D. T., Two iris insects. Bull. Am. Iris Soc. **1929**, July, 27.

[9]) D'Emmerez de Charmoy, D., Rep. Dep. agr. Mauritius **1928**, 1929, 6; Moutia, A., Rep. Dep. Agr. Mauritius **1933**, 1934, 25.

[10]) Noble s. S. 220[6]).

[11]) Box, H. E., Porto Rican cane grubs a their nat. enemies w. suggestions f. the contr. of lamellic. larv. by means of wasp paras. Jl. Dep. agr. Porto Rico **9**, 1925, 291—356.

[12]) Anon., Inj. ins. a. oth. pests. Kans. agr. exp. Sta. Rep. 1927, 71—84.

[13]) D'Emmerez de Charmoy, D., Ins. pests. Ann. Rep. Dep. Agr. Mauritius 1928, 12—13; ders., Not. sur la déstruct. du *Phytalus smithii* 1927—1928, Rév. Agr. Maurice **1929**, 164—165; Repts. Control *Phytalus smithi* 1926—1929, Mauritius **1927—1929**.

[14]) Jarvis, E., Cane pest combat a. contr. Queensld. Agr. Jl. **22**, 1924, 95—96 u. 273—275; **27**, 1927, 270—271; **29**, 1928, 107—113; ders. s. S. 240[4]); Jarvis, E. a. Burns, A. N., Queensld. agr. Jl. **26**, 1926, 217—221 und **25**, 1926, 321—322.

[15]) Zappe a. Garman s. S. 238[10]); Britton s. S. 238[10]); Britton, W. E. a. Zappe, M. P., Further notes on the asiatic beetle (*Anom. orient.*). Connect. agr. exp. Sta., Bull. **275**, 1926, 309—312.

[16]) D'Emmerez de Charmoy s. S. 242[9]).

[17]) Uichanco, L. B., A conspectus of inj. a. benef. ins. of sugar cane in the Philippines, with spec. ref. to Luzon and Negros. 6. Ann. Congr Philipp. Sugar Assoc., Manila 1928.

tetricus (90 g/qm, 70%, aber nicht 2,2 g/qm)[1]), *Cotinis texana* (1 Teelöffel in jede Larvenröhre bei trockenem Boden[2]), verschiedene Lamellicornier-Larven (240 g/qm in 60 g-Dosen in Löcher von 50 cm Abstand)[3]).

Elateridae: Drahtwürmer verschiedener Art. (20—45 g/qm breitwürfig oder in 2,5—12,5 cm tiefen Furchen in 15—35 cm Abstand wirken vielfach befriedigend, 86—100%[4]), versagte jedoch in einigen Fällen, z. B. 2% bei 34 g/qm[5]); zur Verminderung der Kosten und Erhöhung der Wirkung wurde das Verfahren an Fangpflanzenreihen angewandt (s. o.) in Mengen von 8—45 g/qm im Frühjahr oder Herbst vor der eigentlichen Ansaat, 70—91%[6]); diese Methode erwies sich nicht immer als erfolgreich[7]); Jahresschwankungen von 0—77%; offenbar abhängig von der Aktivität der Tiere; versagte bei kühlfeuchtem Wetter).

Chrysomelidae: *Rhabdopterus picipes* (14 g an die Pflanzenbasis)[8]), *Leptinotarsa decemlineata* (90 g/qm in 10—20 cm Tiefe, aber keine geringere Dosis)[9]).

Cerambycidae: *Xylocrius agassizi* (28–72 g/Busch, Pflanzen aber zerstört)[10]).

Curculionidae: *Prepodes vittatus* und *Pachnaeus litus* (42–70 g/Baum)[11]), *Otiorrhynchus turca* (34 g/qm, 72—78%)[12]).

Hymenoptera: *Sphecius speciosus* (ein Teelöffel voll in die Öffnung des Baues)[13]).

---

[1]) McCarthy, T., The wheat root grub (*Anod. tetr.*). Agr. Gaz. N. S. W. **39**, 1928, 306—313.

[2]) Nichol s. S. 156[14]).

[3]) Chigarev s. S. 239[9]).

[4]) Horsfall, J. L., Possibilities of gran. calc. cyan. as a contr. meas. f. wirew. Jl. ec. Ent. **17**, 1924, 160; Lane, M. C., Simple meth. of rearing wirew. Jl. ec. Ent. **17**, 1924, 578—587; Muir a. Swezey s. S. 236[2]); Campbell s. S. 240[7]); Headlee, T. J., Rep. N. J. agr. exp. Sta. **1923/24**, 1925, 305; ders., s. S. 226[14]); Horsfall a. Thomas s. S. 240[6]); Britton a. Anderson s. S. 240[6]); Britton s. S. 240[6]); Lacroix, D. S., Conn. agr. exp. Sta. Bull. **359**, 1934, 380; Strong, L. A., Rep. Chief. Bur. Ent. Pl. Quar. U. S. Dept. Agr. 1937; Morill a. Lacroix s. S. 240[6]); Kharitonov, Ya., Res. of black cyanids tests as a means of contr. wirew. on Gorkowski region. Pl. Prot. **18**, 1939, 144.

[5]) McDougall s. S. 204[1]); Wilson, J. W., Prel. Rep. on wirew. invest. in the Everglades. Florida Ent. **23**, 1940, 1.

[6]) Campbell s. S. 240[7]); ders., The conc. of wirew. by baits before soil fumig w. calc. cyan. Jl. ec. Ent. **19**, 1926, 636; Melander, A. L., Wash. agr. exp. Sta. Bull. **180**, 1923, 26—29; **187**, 1924, 46—52; ders. s. S. 239[2]); Spuler, A., Baiting wirew. Jl. ec. Ent. **18**, 1925, 703; Miles, H. W., Obs. on wirw. a. their contr. in England w. cyanogas calc. cyan. Res. Deptm. Cyanogas Calc. Cyanide, Sect. 5, **1926**, 18—34; ders., The contr. of wirew. Agr. Progr. **4**, 1927, 11—15 u. s. S. 188[1]); Thomas s. S. 240[5]); Britton s. S. 240[6]); Britton a. Anderson s. S. 240[6]); Anon., 239. Ann. Rep. Pennsylv. agr. exp. Sta., Bull. **204**, 1926, 33; Miles a. Petherbridge s. S. 240[4]); Jarvis, E., Queensl. Agr. Jl. **28**, 1927, 114–115; Malenotti s. S. 200[3]).

[7]) Hawkins s. S. 200[4]); ders., Idaho agr. exp. Sta. Bull. **160**, 1928, 21; ders. Wirew. aff. Maine agric. Maine agr. exp. Sta. Bull. **343**, 1928.

[8]) Driggers, B. F., Calc. cyan. as a contr. f. the cranberry root worm on cult. blueberries. Jl. ec. Ent. **20**, 1927, 267.

[9]) Feytaud, J., Rech. s. le Doryphore (*Lept. dec.*). Ann. Epiphyt. **18**, 1932, 97—220.

[10]) Chamberlin s. S. 240[6]).

[11]) Edwards, W. H., Two weevils, whose larv. at. th. roots of *Citrus* pl. in Jamaica. Jl. Jam. agr. Soc. **38**, 1934, 678—880.

[12]) Krasnyanskii, A. I., (Unters. ü. d. Bek. v. *Otior. turca*, Boh. u. die Engerlingsbek.) Pl. Prot. **12**, 1937, 189—190.

[13]) Smith, F. F., The cicada killer (*Sph. spec.* Dru.) in a peculiar location a. its elim. w. calc. cyan. Jl. ec. Ent. **18**, 1925, 836.

Diptera: *Dasyneura pyri* (36 g/qm, mit Spaten eingraben, 100%)[1]), *Contarinia pyrivora* (17—68 g/qm im Juni 10 cm eingearbeitet, 100%; eine gewisse Wirkung auch bei Anwendung auf schweren, nassen Böden im Oktober)[2]), *Pegomyia hyoscyami* (Puppen 0,1%ige Lösung, 100%)[3]), *Rhagoletis pomonella*[4]).

Unbefriedigende Ergebnisse wurden ferner erzielt bei *Calotermes* sp.[5]), *Capnodis tenebrionis*[6]), *Prionus californicus*[7]), *Atomaria linearis*[8]), *Otiorrhynchus sulcatus*[9]), *Andrena perplexa*[10]), *Rhagoletis cerasi*[11]).

b) Kalziumcyanamid (Kalkstickstoff)

Bei der ersten Umsetzung des Kalziumcyanamids im feuchten Boden entsteht Cyanamid, das bodenentseuchend wirkt; es wird allerdings im Boden in wenigen Wochen zu unwirksamen Verbindungen umgesetzt[12]). In vertretbaren Mengen wirkt es nicht durchgreifend, seine richtige und regelmäßige Anwendung bietet aber in vielen Fällen einen praktisch wertvollen Schutz gegen das Überhandnehmen von Schädlingen[13]). Es ist aber stark phytotoxisch. Unmittelbar nach der Anwendung hemmt es die Keimung und vergiftet die Pflanzen; die fördernde Düngerwirkung tritt erst nach einer längeren Umsetzungszeit ein (Wirkungsumkehr)[14]). Als Bodenentseuchungsmittel kommt nur ungeölter Kalkstickstoff in Frage. Die Ergebnisse sind oft widersprechend, offensichtlich, weil die Wirkung von den herrschenden Bodenbedingungen und der Umsetzungsgeschwindigkeit u. a. abhängt; auf Böden mit hohem Gehalt an organischen Stoffen sind höhere Gaben zum Abtöten von *Actinomyces* spp., *Rhizoctonia solani* u. a. Pilzen erforderlich[15]).

---

[1]) Miller, D., The pear-midge. Further obs. a. contr. w. calc. cyan. N. Zealand. Jl. Agr. **30**, 1925, 220—224; N. Zeal. Dep. Agr. Ann. Repts. **1924**, 26 u. **1925**, 32.

[2]) Staniland, L. N. a. Walton, C. L., Exp. on the contr. of pear midge (*Cont. pyr.*). Rep. Agr. Hort. Res. St. Bristol **1929**, 124—129; Bennett, S. H. a. Kearns, H. G. H., An exp. on t. contr. of pear midge, *Cont. pyriv.* Jl. Pomol. **22**, 1946, 38—40.

[3]) Hille Ris Lambers, D., Gegevens over biol. en bestr. d. bietenvlieg II. Meded. Inst. Suikerbietenteelt **2**, 1932, 163—214.

[4]) Mundinger s. S. 242[2]).

[5]) Jepson, F. P., Some prel. notes on tea termites. Trop. Agr. **67**, 1926, 67.

[6]) Rekk, G. F., Meth. of chem. contr. of cert. root pests of fruit trees.(Prel. Inf.) The black headed borer. The pear root aphis. Bull. pomol. exp. Sta. Peoples Comm. agr. SSR Georgia Div. Pl. Prot. **1**, 1932.

[7]) Anon., Rep. N. Mex. agr. exp. Sta. **43**, 1933, 38; Anon. (N. Mex.) s. S. 222[3]).

[8]) Edwards, E. E. a. Thompson, J. K., On the pigmy mangold beetle (*At. lin.* Steph.) a. meth. f. its contr. Ann. appl. biol. **21**, 1934, 300—318.

[9]) Smith, F. F. s. S. 221[13]).

[10]) Sanders, P. D., Contr. of bees burrowing in lawns. Maryld. agr. exp. Sta. Bull. **298**, 1928, 196.

[11]) Wiesmann s. S. 202[5]).

[12]) Schmalfuß, K., D. Abbau d. Zyanamids. Bodenk. u. Pfl.ern. NF **9/10**, 1938, 275—305; Rademacher, B., Unters. üb. d. fungistat. u. fungiz. Wirk. d. Cyanamids a. Beisp. d. Weizensteinbrandes (*Tilletia tritici* [Bjerk.]) Wint. Phytopath. Zeitschr. **17**, 1951, 353—373.

[13]) Janke, F., D. mikrob. u. fungiz. Wirkung d. Kalkst. Zuckerrübenbau **24**, 1942, (3).

[14]) Korff u. Ottensooser s. S. 183[5]).

[15]) Baskin, A. D., Fungitox. of cyanam. in rel. to pH of liqu. med. a. org. cont. of soils. Phytopath. **41**, 1951, 2.

Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Die herbizide Wirkung wird zur Unkrautbekämpfung genutzt[1]). Weizenmosaik wird durch Kalkstickstoffgaben ausgeschaltet[2]).

Fungizid wird Kalkstickstoff verwendet gegen *Plasmodiophora brassicae* (250 g/qm im Dezember gestreut; Streuen und Einarbeiten von 50 g/qm in 2 kg/ha Torfmull[3]), bzw. Einhacken von 30—50 g/qm 2—3 Wochen vor dem Pflanzen[4]), evtl. mit Kali-Phosphor Ausgleichsdüngung[5]), Wirkung nicht immer gut)[6]), *Aphanomyces raphani*[7]), Wurzelbranderreger (Einmengen von 600–1600 g/cbm Anzuchterde[8]); die üblichen Düngemengen bis 80 g/qm wirken mittelmäßig)[9]), *Sclerotinia sclerotiorum*[10]), (in anderen Versuchen bis 108 g/qm unsicher)[11]), *Scl. fructicola* (25 g/qm verhindern Apothecienbildung am Boden)[12]), *Fusarium* sp. (an Getreide)[13]), *F. bulbigenum lycopersici*[14]), *Cercosporella herpotrichoides*[15]), *Ophiobolus graminis*[16]), *Tilletia caries* (einschl. Zwergsteinbrand) (Saatgutbehandlung 50—200 g/dz, Bodenbehandlung 20—40 g/qm vor oder zur Saat)[17]).

Nematozide Wirkung: *Heterodera marioni* (7—11,5 g/qm 1 Monat vor dem Pflanzen)[18]); Herbstbehandlung mit einer Mischung von Calciumcyanamid (544 g/qm), Natriumazid (136 g/qm) und Natriumnitritnitrat (544 g/qm) vernichtet in Tabaksaatbeeten Nematoden und Unkräuter[19]), *H. schachtii* (100 g/qm mit Scheibenegge auf etwa 15 cm Tiefe eingebracht; gepulverter Kalkstickstoff besser als gekörnter; Nachbehandlung mit 4%igem Holzessig verstärkt die Wirkung; 50—75 g/qm

---

[1]) Vgl. u. a. Koning, H., Kalkst. als onkruid bestridingsmiddel. Meded. Landb. Verlichtingsdienst **56**, 1948.

[2]) Johnson, F., The eff. of chem. soil treatm. on the developm. of wheat mosaic. Ohio Jl. Sci. **45**, 1945, 125—126; ders. s. S. 148[2]).

[3]) Kindshoven, Entseuchung d. Bodens u. Bek. d. Kohlh. m. Kalkst. Mitt. Dtsch. Landw. es. **43**, 1928, 522; ders., Düngungs- und Bodendesinfektionsvers. insb. m. Kalkst., in den Bamberger Gemüsekulturen. Prakt. Bl. Pfl.bau u. Pfl.schutz **8**, 1931, 211—213; Haenseler, C. M. a. Meyer, T. R., Eff. of calc. cyanam. on t. soil microfl. w. spec. ref. to cert. pl. paras. Soil Sci. **43**, 1936, 133–151; Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[4]) Neumann, F., Land, Wald und Garten **4**, H. 3, 90.

[5]) Honig s. S. 203[1]) (Lit.!); Kupke, W., Kalkst. im Dienste der Kohlherniebek. Gartenwelt **37**, 1933, 182.

[6]) Jørgensen s. S. 215[9]); Preston, N. C., Prevention of finger and toe (clubroot) in gardens and allotments. Jl. Min. Agr. **38**, 1931, 272—284; Walker, J. C. a. Larson, R. H., Calc. cyanamid in rel. to contr. of club root of cabbage. Jl. Agr. Res. **51**, 1935, 183.

[7]) Böning, K., Maßn. z. Bek. d. Schwarzw. d. Rettichs u. d. Salatfäulen. Pfl.schutz **1**, 1949, 155—158.

[8]) Korff u. Böning s. S. 202[16]).

[9]) Jørgensen s. S. 215[9]).

[10]) Böning, K., Z. Biol. u. Bek. d. Sklerotienkrankheit des Tabaks (*Scl. sclerot.*). Phytopath. Z. **6**, 1933, 113.

[11]) Bridgemon, G. H. a. Starse, G. H., Stud. on t. white mold of beans caus. by *Scl. sclerot.* Jl. Color. Wyom. Ac. Sci. **3**, 1948, 43.

[12]) Korff u. Böning s. S. 202[16]). [13]) Koning s. S. 245[1]).

[14]) Huber, G. A. a. Baur, K., The use of calc. cyanamide f. the destruction of apoth. of *Sclerot. fructic.* Phytopath. **29**, 436—441, 1939.

[15]) Pole Evans, J. B., Fmg. S. Afr. **14**, 1939, 520—540.

[16]) Koning s. S. 245[1]). [17]) Rademacher s. S. 244[12]).

[18]) Watson, J. R., Cyanamide Florida grower 1915, 15–16; Anon., Rep. Ent. Rep. Florida Univ. Agr. Exp. Sta. 1919, 56—61 R; ders. s. S. 155[12]); Krishna Ayyar s. S. 241[2]); Leiss, Wochenbl. Landesbauernschaft Westfalen v. 20. 5. 1939.

[19]) Todd, F. A., Lucas, G. B. a. Moore, L. E., Chem. treatm. of tob. pl. bed. soils f. weed a. dis. contr. Phytopath. **40**, 1950, 29.

reizen zum Schlüpfen)[1]). *H. avenac* (mindestens 100 g/qm, gerade von Hafer noch vertragen)[2]).

Insektizide Wirkungen: Allgemein abtötend (672 g/qm Präparat mit 40% Cyanidgehalt, 96%)[3]), *Thaeniothrips inconsequens* (11—34 g/qm geölt! im März, 90%)[4]), *Sanninoidea exitiosa* (28 g/Baum, 76%)[5]), Erdraupen[6]), *Charaeas graminis* (30 g/qm)[7]), *Melolontha* sp. (sehr widersprechende Ergebnisse!)[8]), *Elateridae* (20 bis 30 g/qm flach untergebracht in der kritischen Fraßzeit im Frühjahr vor oder nach der Saat[9]); für leichte Böden mit geringem Kationenaustausch empfohlen[10]); vielfach versagend)[11]), *Leptinotarsa decemlineata* (30—40 g/qm in manchen Fällen[12]), in anderen 15—50 g/qm unzureichend; 120—400 g/qm wirksam)[13]), *Otiorrhynchus sulcatus*[14]).

Dipteren scheinen gegen Kalkstickstoff besonders empfindlich zu sein: *Tipula paludosa* u. a. spp. (20—30 g/qm bzw. eine Mischung von 60 g/qm Kainit und 15 g/qm Kalkstickstoff)[15]), *Nephrotoma maculata* (30 g/qm, 50%)[16]), *Bibio hortulanus* (20 bis 30 g/qm)[17]), *Contarinia pyrivora* (110 g/qm) auf schweren Boden unsicher[18]), *C. tor-*

---

[1]) Hurst s. S. 201[10]) u. 228[18]). [2]) Goffart, H., Flugbl. Biol. Zentr.anst. **F 2**, 1949. [3]) Muir a. Swezey s. S. 236[2]).

[4]) Huber, G. A., Baur, K. E. a. Breakey, E..P., The eff. of calc. cyanam. on the developm. of apoth. of *Scl. fructic.* a. on popul. of *Thaen. incons.* in prune orch. Phytopath. **29**, 1939, 825; Breakey, E. P., Calc. cyanam. a poss. pract. contr. f. pear thrips in prune orch. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 376.

[5]) Peterson, A., The peach tree borer in New Jersey. N. J. agr. exp. Sta. Bull. **391**, 1923.

[6]) Reinmuth, E., in Honkamp. F. Handb. d. Pfl.ern. u. Düng. **2**, 1931, Springer Berlin; Neu, W., Ackerschädl. u. Pflkr. sow. i. Bek. Der Bauernfreund H. **24**, 1947; dagegen Schnaur, W. D., Schäden d. Wurzeleule (*Hadena monoglypha*) in Brandenburg i. J. 1930. Arb. Landw. Kammer Prov. Brandenburg u. f. Berlin **77**, 1931.

[7]) Blunck, H., Ref. ü. Maercks, H., Vers. z. Bek. d. Graseule (*Charm. gram.*), Arb. physiol. angew. Ent. **11**, 40—48, 1944 in Zeitschr. Pflkr. **55**, 1948, 250.

[8]) Blunck s. S. 200[1]) (Lit.!).

[9]) Blunck, H. u. Subklew, W., Lebensw. u. Bek. d. Drahtw. Flugbl. Biol. Reichsanst. **76**, 1934, 3; Anon., Mitt. der südd. Kalkstickstoffwerke 1947; Melander s. S. 239[2]); McLeod 218[9]).

[10]) Pjatnitzki, G. K. a. Persin, S. A., Agrochem. a. chem. meas. ag. wirew. Dokl. Vsesoyuz Ak. Selsko Khoz. Nauk. V. I. Lenina **13** (5), 1948, 28—34.

[11]) Malenotti s. S. 200[3]); Melander s. S. 243[6]); Hawkins s. S. 200[4]); Miles, H. W. a. Cohen, M., Rep. ent. Res. Sta. Waburton **1938**, 1939.

[12]) Makkus, W., Kartoffelkäferbek. m. Kalkst. in Bussiere Dunoise (Creuse). Mitt. Biol. Reichsanstalt **58**, 1938; ders., Kart.käferbek.vers. m. Kalkst. Verh. 7. int. Kongr. Ent. Berlin **4**, 1938, 2675—2683.

[13]) Feytaud, J., La rech. d'en grais insectic. Vers. Pl. ziekt. k. Dienst. **94**, 1939, 45; Deleuze, J. a. Dussy, J. J., Infl. d. l. cyanam. d. chaux. s. l. doryph. C. R. Ac. Agr. Fr. **25**, 1939, 151.

[14]) Schaffnit, E. u. Lüstner, Zeitschr. Pfl.krankh. **28**, 1918, 28–30.

[15]) Maercks, Ü. d. Wirk. v. Kleieködern u. Min.düngem. a. Larven d. Sumpfschnake. Arb. ü. phys. u. angew. Entomol. **8**, 1941, 102–112; ders., Die Wiesenschnaken u. ihre Bek. Kr. Pfl. **16**, 1939, 107; Richter, B., E. Beitr. z. Biol. u. Bek. d. Herbstschnake. D. kranke Pflanze **20**, 95—105, 1943. [16]) Maercks, 1939, s. S. 246[14]).

[17]) Böning, K., Vers. z. Bek. d. Larven d. Gartenhaarmücke. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **9**, 1931; Abraham, A., Auftr. u. Bek. d. Gartenhaarmückenlarv. im Wintergetr. Wochenbl. Landesbauernschf. Hannover 1935, 13. 12.

[18]) Schøyen, T. H., Sprøiteforsøk mit paeregallmyggen of rogne beer mjøllet. Landbr. dir. Beret. **1931**, 1932, C 1—C 4; ders., Paeregallmyggen. Norsk. Hagetid. 1940; Bennett a. Kearns s. S. 244[2]).

quens (20—30 g/qm vor der ersten Hacke geben)[1]), *C. tritici* und *Sitodiplosis mosellana* (10 g/qm 52 bzw. 39%; 20 g/qm 49 bzw. 61%; 30 g/qm 75%)[2]); *Chortophila brassicae* (auf leichten Böden)[3]), *Rhagoletis cerasi* (widersprechende Ergebnisse)[4]). Unzureichend wirkt Kalkstickstoff gegen Termiten[5]), *Eriosoma lanigerum* (bis 190 g/Baum Wurzelschäden)[6]), *Lachnosterna* sp.[7]), *Popillia japonica*[8]), *Phyllopertha nazarena*[9]), *Atomaria linearis*[10]).

c) Schwefelhaltige Cyanverbindungen

α) Thiocyanate

Anorganische Thiocyanate, vor allem Ammonrhodanid, werden auf Grund ihrer stark herbiziden Eigenschaften zur Vernichtung von Unkrautsamen im Boden herangezogen. Die Wirkung (120—180 g/qm) geht aber im Boden rascher zurück als bei Arsenverbindungen und auch bei Natriumchlorat; sie hält nicht länger als 2 Jahre vor[11]).

Synchytrium endobioticum wird durch 112—224 g/qm ausgetilgt, jedoch zeigen die Kartoffeln im Behandlungsjahr Keimungsstörungen, im darauffolgenden allerdings sehr guten Wuchs[12]). Auch *Bacterium solanacearum* wird mit erfaßt[13]).

Thiocyanester können als Insektizide verwendet werden, sind aber zu teuer. Butoxy-β-thiocyanodiäthyl (mit Kerosen 3:1 als Lethan 410 im Handel) wirkt gegen *Phyllopertha horticola* (1—2%ige Emulsion, Abtötung 50—80%)[14]) und *Agriotes* sp. (33%ige Emulsion Lethan 4,5 l/qm; vollständige Abtötung nach 10 Tagen)[15]), schädigt jedoch den Graswuchs. Gegen *Phyllopertha* wirkt ferner der Dodecylester (1,38% Emulsion, Erfolg 50%)[16]), und gegen *Agriotes* wirken ferner der Äthyl- und Benzylester (2,1%ige Emulsion, 9 l/qm, 80% bzw. 70% Abtötung nach 6 bzw. 5 Tagen)[15]).

---

[1]) Frickhinger, H. W., D. Drehherzmücke u. ihre Bek. Kranke Pfl. **20**, 1943, 65—68; Neumann, F., Guter Rat für Garten und Heim. Berl. **2** (5), 1948.

[2]) Klee u. Rademacher s. S. 200[11]).

[3]) Pjatnitzki u. Persin s. S. 246[10]).

[4]) Nordman, D. Obstbau d. Mittelrheingeb. unter bes. Ber. d. Kirschenanbaues, Landw. Zeitschr. Rheinprov. v. 30. 12. 1932; dagegen Thiem s. S. 200[15]).

[5]) Harris, W. V. a. Wilkinson, W. V., Termites in East Afrika. E. Afr. Agr. Jl. **6**, 1940, 62—66, 67—72.

[6]) Reppert, Schoene a. Underhill s. S. 237[9]).

[7]) van Zaluwenburg, R. H., Rep. Port. Rico. agr. exp. Sta. Rep. **1917**, 1918, 31; Anon., Rep. Port. Rico (insul.) agr. exp. Sta. Rep. **1923/24**, 1924, 88.

[8]) Fleming, W. E., Soil insectic. f. the Jap. beetle. Jl. ec. Ent. **21**, 1928, 813 bis 818.

[9]) Rionay, E., A. contr. to our knowledge of *Phyll. naz.* Mars., a wheat pest in Palestine. Bull. Soc. Tonad. ec. Ent. **28**, 1946, 105—108.

[10]) Edwards a. Thompson s. S. 244[8]).

[11]) Harvey, R. B., Amm. thiocyan. as a weed eradicant. Am. Soc. Agr. Jl. **23**, 1931, 944—946; Muenscher s. S. 218[3]); Robbins, Crafts a. Wagner s. S. 218[3]).

[12]) Bell, R.H., Furth. not. on chem. steriliz. as a means of eradicat. potat. wart dis. fr. the soil. Jl. ec. Ent. **23**, 1935, 519—524; Nielson, L. W. a. Todd, F. A., Prel. eval. of some soil disinf. f. contr. south. bact. wilt of potat. Am. Potato Jl. **22**, 1945, 197—202.

[13]) Nielson a. Todd s. S. 247[12]).

[14]) Bennett, S. H., Exp. on the contr. of the chafer beetle *Phyllophert.* L. in grassl. Rep. agr. hort. Res. Sta. Bristol **1939**, 1940, 72.

[15]) Miles a. Cohen s. S. 246[11]).

[16]) Bennett a. Kearns s. S. 244[2]).

β) Isothiocyanate (Senföle).

Allylisothiocyanat ist außerordentlich toxisch für Insekten (vgl. S. 198)[1]) und hat auch deutlich fungistatische Eigenschaften[2]), die im Sinne der Bodenentseuchung allerdings noch nicht untersucht wurden. Als Insektizid wurde es als Injektion (je 0,5 ccm)[3]) und Gießmittel (gesättigte wäßrige Lösung[4]) oder Seifenemulsion)[5]) angewendet. Im feuchten Boden breitet es sich schlechter aus als Schwefelkohlenstoff[5]). Über praktische Einsätze liegen kaum Erfahrungen vor: nematozide Wirkung gegen *Heterodera schachtii* wurde schon frühzeitig vermutet[6]). Im Schlüpfversuch stark wirksam (0,001%) und vermindert auch deutlich den Feldbefall (20 ccm/qm)[7]), die Erträge werden teils gesteigert, teils vermindert[8]), *Popillia japonica* (Entseuchung von Topfballen geringe Wirkung)[9]), *Lacon variabilis* (5 ccm/lfdm 10% zu Zuckerrohrsetzlingen versagten)[10]), *Elateridae* (in Mischung mit Kalk 1 : 19 in den Boden eingemischt wirkt es gut, aber nicht lange genug[11]); Senfabfälle mit 0,73% Senföl wirkten in Laboratoriumsversuchen 250—500 g/qm; „golfgreenmustard" mit 0,19% versagte bis 2000 g/qm, es sei denn in Kombination mit Naphthalin)[12]), *Melolontha* sp. (Injektion; 97%; für Pflanzen (Kiefersämlinge) ist es in den gewählten Dosen unschädlich; ev. Emulsion)[13]).

γ) Thiocarbamate und verwandte Verbindungen

a) Salze der Dithiocarbaminsäuren[14]), die sich als Beizmittel bewährt haben, werden auch zur fungiziden Bodenentseuchung herangezogen, so Ferridimethyldithiocarbamat (Fermate, Ferbam u. a.), Dinatriumäthylenbisdithiocarbamat (Dithane D 14) und andere Salze (Zn-, Ca-, Cd-, Mg-, Mn- und Fe-) der Äthylenbisdithiocarbaminsäure; andere Präparate auf ähnlicher Grundlage dürften ebenfalls brauchbar sein. Angewendet werden sie als kulturale Streu- (10—25 g/qm) oder Gießmittel (2%, 2—3 l/qm). U. a. liegen folgende Angaben vor:

Plasmodiophora brassicae (16,8 g/qm)[15]), *Pythium* spp. (besonders wirksam nach Kalkung)[16]), *Phytophthora fragariae* (Dithane 14)[17]), *Peronospora tabaci*[18]), *Thielavia*

---

[1]) Lehmann s. S. 193[2]).

[2]) Gegen *Plasmodiophora brass.* u. Zwiebelschädl. vgl. Hooker, W. J., Walker, J. C. a. Link, K. P., Eff. of 2 mustard oils on *Plas. brass.* . . . Jl. agr. Res. **70**, 1945, 63—78

[3]) Thalenhorst s. S. 194[4]).

[4]) McDougall s. S. 204[1]).

[5]) Fleming s. S. 247[8]).

[6]) Hollrung, M., Zeitschr. Rübenzuckerind. **40**, 1890, 140—149.

[7]) Nebel, B., Kühnarch. **12**, 1926, 38—103.

[8]) Rademacher u. Schmidt s. S. 195[3]).

[9]) Leach, B. R. a. Thomson, J. W., Exp. in the treatm. of balled earth ab. th. roots of conif. pl. f. th. contr. of jap. beetle. Soil Sci. **12**, 1921, 43.

[10]) McDougall s. S. 204[1]).

[11]) Miles a. Cohen s. S. 246[11]).

[12]) Speyer, Parr a. Read. s. S. 234[22]).

[13]) Thalenhorst s. S. 194[4]); Viel, G., Et. d. labor. s. l'effic. d. subst. chim. env. l. hannetons (*Mel. mel.*) e. l. larv. C. R. Ac. agr. Fr. **32**, 1946, 804—807.

[14]) McCallan, S. E. A., Dithiocarb. fungic. Agr. Chem. **1**, 1946, 15—18, 55.

[15]) Doran s. S. 208[6]).

[16]) Ellis, D. E. a. Todd, F. A., Contr. of lettuce damp. off. N. Car. agr. exp. Sta. Spec. Circ. **4**, 1945; Doran s. S. 208[6]); Tisdale, W. B. a. Ruehle, G. D., *Pyth.* root rot of Aroids a. Easter Lilies. Phytopath. **39**, 1949, 167—170.

[17]) Stoddard, E. M., A chemotherapeutic contr. of strawb. red stele. Phytopath. **41**, 1951, 34.

[18]) Gilmore, J. H., Levin. C. a. Smith, T. L., Eff. of ferr. dim. dith. carb. on emergence of tob. flea beetle fr. pl. bed. soil. Jl. ec. Ent. **38**, 1945, 599—600.

basicola[1]), *Sclerotinia sclerotiorum*[2]), *Tuburcinia cepulae* (6,5 g/qm, 1 : 25 mit Handelsdünger vermischt, aber weniger wirksam als Thiuramdisulfid[3]), *Fusarium solani phaseoli*[5]), *F. oxysporum perniciosum*[6]), *Rhizoctonia* (auch Rasenbraunfäule[7]), Wurzelfäule von Leguminosen (25% Dithane D 14 in die Drillreihen gegossen)[8]). Eine gewisse insektizide Wirkung soll gegen *Epitrix hirtipennis* festzustellen sein[9]).

b) Tetramethyldiuramdisulfid (TMTD) (Arasan, du Bay 1205 FF, Tersan u. a.) wird als Streumittel und zur Saatgutumhüllung verwendet. Es bewährte sich u. a. gegen *Plasmodiophora brassicae*[10]), *Pythium* spp. und Rübenschwarzfäule[11]), *Tuburcinia cepulae* (1,7 g/qm bzw. 3,4 g/qm mit Mineraldünger vermischt und flach eingeeggt, aber nicht mit Scheibenegge eingebracht)[12]) und *Rhizoctonia solani* und Rasenfäule (den Quecksilbermitteln gleichwertig)[13]). Gegen Wurzelbrand sind Sojabohnen durch Umhüllung unter Arasanzusatz besser als durch Beizung geschützt[14]).

9. Schwefelkohlenstoffverbindungen

a) Schwefelkohlenstoff

Schwefelkohlenstoff (Kp 46,3° C, $p_{25°} = 357.1$, $d_{20/4°} = 1{,}263$) wurde bereits 1854–1857 als Insektizid verwendet[15]) und als Bodenentseuchungs- bzw. -verbesserungsmittel seit den Arbeiten Thénards über die Reblausvertilgung[16]) vor allem in weinbautreibenden Ländern viel benutzt[17]). Seine insektizide

---

[1]) Leach, L. D. a. Snyder, W. C., Loc. chem. appl. to t. soil a. t. eff. up. root rots of bean a. peas. Phytopath. **37**, 1947, 363.

[2]) Ellis a. Todd s. S. 248[16]).

[3]) Osmun, A. V., Mass. agr. exp. Sta. Bull. **417**, 1944, 18—24; Doran a. Sproston s. S. 217[12]).

[4]) Anon. (Mass.) s. S. 212[7]); Nelson s. S. 232[16]).

[5]) Leach a. Snyder s. S. 249[1]).

[6]) Toole, E. R., Soil treatm. ag. t. *Mimosa* wilt *Fus.* Phytopath. **40**, 1950, 791.

[7]) Doran s. S. 208[6]); Riker et al. s. S. 212[13]); McCallan s. S. 248[14]); Leach a. Snyder s. S. 249[1]).

[8]) Leach a. Snyder s. S. 249[1]).

[9]) Gilmore, Levin a. Smith s. S. 248[18]).

[10]) Doran s. S. 208[6]).

[11]) Doran s. S. 208[6]); Riker, Grünhagen, Roth a. Brenker s. S. 212[12]); McKeen, C. D., Soil treatm. w. arasan in t. contr. of cert. seedl. dis. of veg. Proc. Can. phytopath. Soc. **16**, 1949, 15—16; ders., Prel. stud. on a *Pyth.* rootrot of span. onion seedl. Sci. Agric. **30**, 1950, 125—131; Hildebrand, A. A., McKeen, W. E. a. Koch, L. W., Row treatm. of soil w. tetram. diur. dis. f. contr. of blackrot of sug. beet seedl. I. Greenh. tests. Can. Jl. Res. C **27**, 1949, 23—43; Tisdale a. Ruehle s. S. 248[16]); Koch, W. L., Hildebrand, A. A. a. McKeen, C. D., Tetram. diur. dis. an eff. soil fungic. Proc. Can. phytopath. Soc. **17**, 1950, 17.

[12]) Doran a. Sproston s. S. 217[12]); McKeen s. S. 299[11]); Newhall, A. G., New meth. of contr. onion smut. Phytopath. **41**, 1951, 28.

[13]) Doran s. S. 208[6]); Riker, Grünhagen, Roth a. Brenker s. S. 212[12]); McCallan s. S. 248[14]); Alvarez Garcia s. S. 206[6]); Birchfield, W. a. Weber, G. F., Contr. of *Rhiz.* damp. off of *Pinus caribea* seedl. Phytopath. **41**, 1951, 4.

[14]) Gibler, J. W., Pelleting soyb. w. fungic. f. contr. of damp. off a. root rot. Phytopath. **41**, 1951, 13—14 u. a.

[15]) Simmons, P. and Ellington, G. W., The discovery of the insectic. property of carb. dis. Sci. **64**, 1926, 326—327; Akbar, Gard. Chron. **1858**, 653.

[16]) Thénard, Bull. Soc. Agr. France, **1870**, 391.

[17]) vgl. Mayet, V., Ins. d. l. Vigne. Paris, **1890**, 156–157; Foex, G., Hist. de la crise phyllox. en France. Paris 1900.

Wirkung bewährte sich aber auch gegen andere Insekten. Er wird auch als Herbizid verwendet (s. S. 255). Schwefelkohlenstoffbehandlung dient auch allgemein zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit wertvoller Böden[1]).

Vorteile des Schwefelkohlenstoffes sind seine rasche Wirkung, seine Wasserunlöslichkeit und weitgehende chemische Indifferenz und seine hohe spezifische Dichte, vor allem seine gute Durchdringungsfähigkeit im Boden, die ihn gegenüber wesentlich giftigeren Verbindungen, wie Blausäure, auszeichnet[2]), sowie sein relativ geringer Preis, der jedoch für eine allgemeinere Anwendung auf größeren, etwa landwirtschaftlich genutzten Flächen zu hoch ist (vgl. S. 331). Daher wird er in letzter Zeit durch preiswertere, in den Eigenschaften gleichwertige Mittel, vor allem Chlorverbindungen (s S. 266 ff.), zum Teil verdrängt. Wesentliche Nachteile des Schwefelkohlenstoffes sind seine Entzündlichkeit (Entzündungspunkt 46° C), die Explosionsneigung seines Gemisches mit Luft, die geringe fungizide Wirkung und die hohe Giftigkeit für Warmblütler. Bei der Benutzung ist besondere Vorsicht nötig. Aus diesen Gründen wird die Verwendung gelegentlich scharf abgelehnt[3]). Für manche Zwecke ist Schwefelkohlenstoff aber noch unentbehrlich, so für die Reblausbekämpfung.

Angewandt wird Schwefelkohlenstoff in unverdünntem Zustand zur Bodenbehandlung in geschlossenen Trommeln und zur Bodeninjektion, in Form von Emulsionen verschiedenster Art (s. u.), als Gießmittel und in Form besonderer Zubereitung (s. u.).

Analytische Verfahren zur Erkennung und Bestimmung des Schwefelkohlenstoffes im Boden sind beschrieben worden[4]).

α) Wirkungsweise des Schwefelkohlenstoffes

Da die Wirkung von Schwefelkohlenstoff erfahrungsgemäß sehr von der Art und Struktur der behandelten Böden abhängt, wurde seine Verteilung im Boden wiederholt studiert[5]). Diese Untersuchungen und die Erfahrungen praktischer Entseuchungsarbeiten, vor allem zur Reblausvernichtung[6]), berechtigen zu folgenden allgemeinen Betrachtungen:

---

[1]) Dumas, C. R. Ac. Sci. **81**, 1875, 788; Girard, A., Jl. Agr. Prat. **58**, 1894, 740; Oberlin, Chr., Bes. Wirk. d. Schwefelk. bei Bodendesinf. . . . Weinbau und Weinhandel **6**, 1888, 335 u. a. m.

[2]) Tattersfield a. Roberts s. S. 194[4]); Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]); Beran s. S. 180[4]); ders., D. Res. d. Kart.käfers (*Lept. deceml.* Say.) geg. Begasungsmittel. Reichspfl.schutzbl. **2**, 1944, 86—87 u. a.

[3]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).

[4]) Tischler, N., A new microanal. test f. carb. dis. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. **4**, 1932, 146.

[5]) O'Kane s. S. 180[4]); Fleming a. Baker s. S. 180[3]); Higgins a. Pollard s. S. 179[3]); Hagan s. S. 180[4]); Hanneson s. S. 180[4]); Penman s. S. 180[4]).

[6]) Boiteau, P., C. R. Ac. Sci. **86**, 1878, 296; **88**, 1879, 895; **90**, 1880, 167; Macagno, J., Giorn. vinicol. ital. **7**, 1881, 128 u. 130; Gastine, G. et Couanon, G., Emploi de sulf. de carb. contre phylloxéra. Paris 1884; Campana, D., Bek. d. Rebl. d. Schwefel in versch. Bodenarten (Vigne française). Weinlaube **16**, 1884, 19; Moritz, J., Appel, O. u. Hiltner, L., Üb. d. Verwendbark. d. Schwefelk. z. Bek. v. Pfl.schädl. Naturw. Zeitschr. f. Land- und Forstw. **1**, 1903, 209—219;

Unmittelbar an und unter dem Injektionsort herrscht immer die höchste Konzentration; diese sinkt in größeren Bodentiefen allmählich ab, soweit der Diffusion nach unten kein Hindernis entgegensteht (Pflugsohle s. u.). Nach oben fällt die Konzentration rascher, mit einem scharfen Knick in der obersten Bodenschicht bei etwa 7 cm; darunter besteht infolge des Gasaustausches zur Außenluft immer eine sehr niedrige Konzentration. Diese ist weitgehend unabhängig von der Dosis und Unterbringungstiefe; sie wird auch durch Abdeckung nicht wesentlich erhöht, da CS_2-Dampf schwerer als Luft ist. Kurze Zeit nach der Einbringung erreicht die Konzentration im Boden den Höchstwert und fällt auf einen, nach 24 Stunden in allen Tiefen ähnlichen, niedrigen Wert; nach 40 Stunden ist die Konzentration unter die praktische Wirkungsschwelle gesunken. Erhöhung der Dosis wirkt sich nicht in der Konzentrationshöhe aus, sondern erhält nur die wirksame Konzentration längere Zeit. Diese findet sich in allen Fällen in einem kegelförmigen Raum, dessen Scheitel in der Nähe der Einbringungsstelle liegt. Der größte Diffusionsradius ist unabhängig von der Dosis etwa 60 cm; in der Praxis rechnet man jedoch mit 20 cm auf Lößboden; eine größere Zahl schwächerer Injektionen ist daher immer wirksamer als wenige stärkere. Die Tiefenwirkung kann durch tiefere Einbringung des Mittels erhöht werden. Die Ausbreitung des Dampfes im Boden beruht vor allem auf Diffusion und nicht auf der hohen Dampfdichte. Sie hängt daher weitgehend von der Porosität des Bodens ab. Die Diffusion erreicht den Nullwert bereits bei einer freien Porosität von 20—26%, frisch bearbeiteter Boden soll einige Tage ablagern. Abgesehen hiervon hängt die Ausbreitung von der Bodenart und der Feuchtigkeit ab. Mittelschwere Böden, vor allem Löß, lehmiger Sand, steiniger Lehm und Keuperboden eignen sich am besten; Schiefer und Schotterböden, sowie leichter Sand sind zu durchlässig, Letten und schwere Tonböden zu undurchlässig. Bodenverdichtungen, Felsgrund und Grundwasser hemmen die Ausbreitung. An undurchlässigen, schrägen Schichten kann der Schwefelkohlenstoff, seiner Schwere folgend, vorzeitig abfließen. In steilen Weinbergslagen konnte die dadurch bedingte Herabsetzung der Wirkung zum Teil durch

---

Moritz, J. u. Scherpe, R., Üb. d. Bodenbeh. m. Schwefelk. u. ihre Einwirkung auf das Pflanzenwachstum. Arb. biol. Abtl. Kais. Gesundheitsamt **4**, 1905, 123—156; dies., Üb. d. Haltbarkeit v. Schwefelk. im Boden. Arb. Biol. Reichsanst. **4**, 1905, 201—206; Hiltner, L., Anw. z. Verw. d. Schwefelk. im Wein- und Obstb., im Gartb. u. in der Landw. Prakt. Bl. Pflbau u. Pflanzensch. **7**, 1909, 45—52; Rolet, A., Désinf. des sols par le sulf. d. carb. Jl. agr. prat. **27**, 1914, 89—91; Hinds, W. E., Carb. dis. as an insectic. U. S. Dept. Agr. Farmers Bull. **799**, 1917; Kober, F., Zeitgem. Maßnah. z. Erh. rebl. verseuchter heimischer Weing. mitt. Schwefelk. Kulturalverf. Stuttgart 1920; ders., D. Schwefelk. Kulturalverf. Mitt. ü. Weinbau u. Kellerwirtsch. (Wien) **1920**, 95—100; O'Kane s. S. 180[4]); Fleming s. S. 181[4]); Melander Bull. **187** s. S. 243[6]); Faes, H., Le traitm. cult. du Phyllox. Terre vaudoise **18**, 1926, 317—319; Altenweger, J., Anw. v. Schwefelk. im Obst- u. Gemüseb. Geisenheimer Mitt. f. Obst- u. Gartenb. **41**, 1926, 155—159; Thiem, H., Üb. d. Ents. v. Böden u. Reben. D. deutsch. Weinb. **6**, 1927, 403—406; Vogel, F., Verw. v. Schwefelk. z. Bodendesinf. im Obstbau. Obst- u. Gemüseb. **76**, 1930, 83—84; Schwartz, G., Bodenbeh. m. Schwefelk. Neue Obst- u. Gemüsezeitung 1931, 333—336; Willaume, F., Pratique du contr. des ravageurs souterrain. Rév. path. vég. et agr. **30**, 1931, 156; Pollard s. S. 180[4]); Gough s. S. 177[2]); Hanneson Raynor a. Crafts s. S. 189[2]); Stellwaag s. S. 186[1]).

Verwendung eines Schwefelkohlenstoff-Tetrachlorkohlenstoff-Gemisches verhindert werden; durch die Verminderung der Dampfspannung wird die Vergasung verlangsamt und eine länger dauernde gleichmäßige Durchgasung ermöglicht. Eine gewisse Gasmenge wird im Boden sorptiv festgehalten; eine Wiederholung der Behandlung kann daher eine bessere Wirkung haben als die erste.

Mit steigender Bodenfeuchtigkeit sinkt die Ausbreitungsgeschwindigkeit rasch ab, im gesättigten Boden ist sie, abgesehen von feinem Sand u. ä., gleich Null. Bei regnerischer Witterung und bei Bodenfrost soll daher die Behandlung unterbleiben. Starke oberflächliche Bodennässe hindert das Entweichen der Gase und kann zu Schäden an den Pflanzen führen; wird der Boden nach der Behandlung verschlemmt, ist die Oberfläche daher bald aufzulockern. Aus zu trockenen Böden entweicht das Gas dagegen zu rasch; in solchen Fällen ist eine Bewässerung vor der Behandlung zu empfehlen.

Die Schwefelkohlenstoffwirkung ist relativ wenig von der Temperatur abhängig. Die Verbindung verdampft bei tiefen Temperaturen unter 15° ziemlich langsam, wodurch einerseits die insektizide Wirkung vermindert, andererseits die Gefahr von Pflanzenschäden beträchtlich erhöht wird. Bei höheren Wärmegraden ist Diffusion und Verdampfung beschleunigt. Die wärmere Jahreszeit ist daher für die Entseuchung günstiger; je schwerer und kälter der Boden ist, desto später soll sie vorgenommen werden. In Mitteleuropa erwies sich bei Reben die Behandlung im Frühjahr, etwa zur Zeit des Austriebes, als günstig. Im Boden wird CS_2 mit der Zeit abgebaut[1]).

Die Dosierung ist verschieden. Für Radikalentseuchung rechnet man 200 bis 600 g/qm und behandelt die Oberfläche zusätzlich mit einem nicht flüchtigen Insektizid (Petroleum, Kresol, CS_2-Emulsion s. d.)[2]).

Für Nachentseuchungen werden 200—400 g/qm verwendet. Simultane Kulturbehandlung erfordert 20 bis höchstens 70 g/qm; Reblaus und Käferlarven erfordern relativ hohe Dosen, andere Insekten werden bereits durch geringere abgetötet.

Die Verteilung erfolgt nach der Injektionsmethode mit Spezialgeräten. Einzeldosen von 3—40 g werden in Abständen von 15—45 cm, 15—30 cm tief injiziert. Bei kühler Witterung und in leichten Böden wird eine geringere Zahl von Injektionsstellen (Abstand 30—35 cm) mit größeren Einzeldosen, bei warmen Wetter und in schweren Böden eine größere Zahl mit geringerer Dosis (Abstand etwa 20 cm) auf die Fläche verteilt. Bei Kulturalbehandlung muß ein hinreichender Abstand von den Pflanzen gewahrt bleiben; die Öffnung der Injektionsgeräte muß von den Pflanzen abgekehrt sein.

Zu flache Unterbringung bringt keinen Vorteil (s. o.), jedoch wird neuerdings für kulturale Anwendung gegen Reblaus[3]) Eingießen in flache Grübchen empfohlen. Bei Böden mit kaltem Untergrund muß tiefer injiziert werden.

Nach der Behandlung von Frühbeeten u. ä. hat sich die Abdichtung der Bodenfläche mit Wasser bzw. gasdichten Stoffen sehr günstig ausgewirkt.

---

[1]) Polard nach Gough s. S. 177[2]).

[2]) vgl. Denkschriften betr. d. Bekämpfung der Reblauskrankheit in Deutschland 1875—1932 (dort weitere Literatur).

[3]) Stellwaag s. S. 186[1]).

β) Schwefelkohlenstoffemulsionen

Um den verschiedenen Nachteilen des Schwefelkohlenstoffes zu entgehen und eine langsamere, gleichmäßige Wirkung zu erzielen, wurden vielfach Schwefelkohlenstoffzubereitungen erprobt.

Die zur Ausbringung in fester Form hergestellten Präparate[1]) haben heute keine bzw. kaum praktische Bedeutung mehr; versucht wurden Aufsaugung an Infusorienerde, Sägespäne, Torf, Einschluß in Flaschen mit geschlitzten Stopfen, Kapseln aus Gelatine, mit Wasserglas überzogene Leimwürfel, leimbestrichene Papierkapseln. Wichtiger sind dagegen Mischungen mit Teerwasser, Vaseline, Fischtran (Natol), Nitrobenzol (Horlin)[2]), Petroleum, Teer, Naphthalin, Terpentinöl, Tetrachloräthan (Ergetan und Sulfergetan), Paradichlorbenzol u. ä.[3]).

Emulsionspräparate, die in wäßriger Verdünnung angewandt werden, besitzen praktische Bedeutung. In ihnen ist die Dampftension weitgehend herabgesetzt[4]). Wäßrige Schüttelemulsionen[5]) und einfache Seifenemulsionen[6]) entmischen zu leicht. Dagegen bewährten sich Emulsionen[7]) unter Zusatz von Harz und Alkohol, Harzölseife, Sapikat[6]), Ölseifenspiritus[8]), Harzfischöl, Rhizinus und Baumwollsaatöl, Ölsäure, Lauge u. ä. Es wurden auch eigene Emulgierapparate für die Herstellung solcher Präparate beschrieben[9]).

Als Beispiele von Emulsionen seien folgende genannt:

1. 7 Teile CS_2 werden mit 4 Teilen der erkalteten, warm angesetzten Mischung von 50 g Kolophonium, 50 ccm Ölsäure, 135 ccm 7%iger Natronlauge und 450 ccm Wasser gut vermengt[10]).

---

[1]) Etienbled, Ch., Jl. Agr. Prat. **1**, 1880, 406; Rohart, C. R. Ac. Sci. **89**, 1879, 575, (Weinlaube **10**, 1878, 103); Chevreuil, E., C. R. Ac. Sci. **86**, 1878, 1431; Gaumont, s. S. 188[3]); vgl. auch Hollrung s. S. 202[16]); Olbrich, Biederm. Centralbl. Agrik. Chem. **1895**, 856.

[2]) Grether, Verf. z. Bek. d. Rebl.krankh. Wein u. Rebe **2**, 1920, 328; vgl. auch Thiem s. S. 250[6]).

[3]) Jarvis, E., Rep. Bur. Sug. exp. Stas. Queensld. **30**, 1930, 42; Mungomery, Rep. Bur. Sug. exp. Stas. Queensld. **31**, 1931, 45; Bell, A. F., Rep. Bur. Sug. exp. Stas. Queensld. **35**, 1935, 48—53 u. S. 218[9]) u. a.

[4]) Thiem, H., Üb. d. Vermeidung v. Außenschäden b. d. Rebl.bek. D. deutsch. Weinb. **1930**, Nr. 47.

[5]) Molz, E., Unters. ü. d. Wirk. d. Karbolineums als Pflanzenschutzmittel. Zbl. Bakt. II. **30**, 1911, 181; Leach s. S. 237[9]); vgl. Fleming a. Baker s. S. 180[3]).

[6]) Kroemer, K., Vers. z. Schutzbeh. u. z. d. Bek. d. Bodenmüdigkeit mit Sapikat-Schwefelk. Ber. Lehr- u. Forsch. Anst. f. Wein-, Obst- u. Gartenbau Geisenheim f. **1924/25**, 134—136 u. f. **1926**, 71—72.

[7]) Krauß, J., Ein neues Bodenentseuchungsmittel. Nachr. Bl. Dtsch. Pfl.Schutzd. **11**, 1931, 64—65.

[8]) Leach s. S. 237[9]); Smith, L. B., The jap. beetle status 1923. Jl. ec. Ent. **17**, 1924, 107—111; ders., Jap. beetle Repts. N. Jers. agr. exp. Sta. Bull. **41**, 1924, 55—63 u. **45**, 59—75; Leach, B. R. a. Johnson, J. P., Emuls. of wormseed oil a. of carb. dis. f. destroying larvae of jap. beetle in the roots of perenn. pl. N. Jers. Dep. agr. Bull. **1332**, 1925; Fleming, W. E., A homogeneous carb. dis. emuls. Jl. agr. Res. **33**, 1926, 17—20; Johnson, J. P., Soil treatm. a. scouting f. the contr. of the asiatic beetle. Jl. ec. Ent. **20**, 1927, 373—376; Fleming, W. E. a. Wagner, R., Miscible carb. dis. Ind. a. Eng. chem. **20**, 1928, 849—851; Fleming a. Baker s. S. 180[3]) u. a. m.

[9]) Wardle, R. A., The probl. of appl. Entom. Manchester 1929; Leach s. S. 237[9]). Merritt, Dibble a. Robey s. S. 191[4]) u. a. m.

[10]) Lipp s. S. 220[8]).

2. 700 ccm CS_2, 77 ccm Ölsäure, 30 ccm ger. Baumwollsaatöl, 193 ccm 95%iger Alkohol und 13,5 ccm KOH[1]).

3. 3,15 ccm Harzfischölseife, 150 ccm CS_2, 45 ccm Wasser[2]).

4. 1 Teil CS_2 mit 1 Teil einer Mischung aus 832 g Rizinusöl, 37 g KOH, 86 g denat. Alkohol und 45 g Wasser[3]).

Gegeben werden im allgemeinen 50—100 g/qm Schwefelkohlenstoff in Verdünnungen von 0,2—20% und wechselnden Mengen. Zusammengesetzte Emulsionen wurden hergestellt aus Gemischen von Schwefelkohlenstoff mit Kerosen[4]), p-Dichlorbenzol[4]), Naphthalin[5]) und Pyrethrum[6]) (s. d.). Einblasen mit Dampf erhöht die Tiefenwirkung, ist aber unwirtschaftlich[7]).

Die Tiefenwirkung von Emulsionen hängt von der Absorptionskraft des Bodens ab; in schweren, vor allem humusreichen Böden werden infolge der „Filterwirkung des Bodens" wirksame Konzentrationen nur in den obersten 4—7 cm erhalten, ganz abgesehen von der erheblichen CS_2-Bindung. Im übrigen hängt die Tiefenwirkung von der angewandten Flüssigkeitsmenge ab; die seitliche Ausbreitung fehlt. Die insektizide Wirkung ist unter 4° C gering und der Bodenfeuchtigkeit umgekehrt proportional[8]). Die Versickergeschwindigkeit ist ein guter Anhaltspunkt für die wahrscheinliche Tiefenwirkung[9]). Zu langsames Eindringen bedingt Schwefelkohlenstoffverlust durch Verdampfen.

Da im allgemeinen sehr große Flüssigkeitsmengen verwandt werden, ist die Emulsionsanwendung ungünstig für die Erhaltung der Bodenstruktur. Die Schutzwirkung wird unter Umständen dadurch herabgesetzt, daß die Insekten durch einen Wassermantel vor der Einwirkung des Gases geschützt sind.

Die Wirkungsweise der Emulsionen ist noch nicht hinreichend geklärt[9]); sie verzögern die Verdampfung des Schwefelkohlenstoffes. Es ist aber nicht bekannt, ob das entwickelte Gas wirkt oder eine Kontaktwirkung vorliegt. Einige Emulgatoren verändern den Toxizitätsgrad merklich[10]).

γ) Empfindlichkeit der Pflanzen

Die Pflanzen, vor allem die besonders betroffenen Wurzeln, sind gegen Schwefelkohlenstoff, besonders in flüssiger Form, sehr empfindlich, weniger gegen kurzfristige Einwirkung des Dampfes. Kulturale Behandlungen sind

---

[1]) Fleming s. S. 253[8]).

[2]) Howard et al. s. S. 210[10]).

[3]) Fleming a. Baker s. S. 180[3]).

[4]) Printz, Ya. I., (Bem. üb. Weinschädl.) III. Helenendorf. Ent. Kab. Koop. Vinogr. Konkordyia Tiflis Izd. Tekhnika is roma 1932; ders. s. S. 153[7]); ders. (Bearbeitung u. Ausleseerg. v. *Phylloxera* res. Reben u. die Ausarbeitung ökolog. Indexe f. *Phyllox.* als Grundlage der Virulenz u. chem. Bek.Meth.) Summ. sci. res. work Inst. Pl. Prot. f. year **1939**, 1940, 105; Pepper, B. B., Contr. of wirew. a. onion thrips by carb. bis. carrrying naphth. or P D B. Jl. ec. Ent. **30**, 1937, 332; Miles a. Cohen s. S. 246[11]); Günthart, E., Die Bek. d. Eng. mit Hexachlorcyclohexanpräp. Mitt. Schw. Ent. Ges. **20**, 1947.

[5]) Krauß s. S. 253[7]); Miles a. Cohen s. S. 246[11]); Gough, H. C., Labor. a. field exp. on the contr. of wirew. Ann. appl. Biol. **29**, 1942, 280; Pepper s. S. 254[4]).

[6]) Burdette, R. C., Rep. N. J. agr. exp. Sta. **1930/31**, 1932, 227—228; Pepper s. S. 254[4]).

[7]) Thomas s. S. 169[1]).

[8]) Fleming a. Baker s. S. 180[3]).

[9]) Gough s. S. 177[2]). [10]) Fleming a. Baker s. S. 180[3]).

daher immer in hinreichendem Abstand von den Pflanzen vorzunehmen. Mit stark verdünnten Emulsionen können jedoch Rasenflächen u. ä. ohne erheblichen Schaden gegossen werden[1]). Flachwurzelnde Pflanzen werden im allgemeinen weniger leicht geschädigt als tiefwurzelnde, weil ihr Wurzelnetz nur kürzere Zeit, und zwar mit geringeren Konzentrationen des Dampfes in Berührung ist. Obstbäume sollen nicht während der Blüte und Fruchtreife behandelt werden. Kleinere Wachstumsstörungen überstehen die Pflanzen meist rasch. Kranke und geschwächte Pflanzen sind empfindlicher als gesunde. Gelegentlich treten typische Krankheitserscheinungen auf, so an der Rebe eine an Akarinose erinnernde Kräuselung (Pseudoakarinose)[2]).

Nach Vorentseuchung mit Schwefelkohlenstoff soll erst nach einer Schutzfrist bestellt werden, die auf leichten Böden und bei höherer Temperatur wenige Tage, auf schweren Böden und bei Kälte 1—2 Wochen dauert. In Zweifelsfällen empfiehlt sich eine Probeansaat.

Zwischen den Pflanzenarten bestehen erhebliche Empfindlichkeitsunterschiede[3]).

δ) Anwendung von Schwefelkohlenstoff

Schwefelkohlenstoff wird auch zur Vertilgung ausdauernder Bodenunkräuter[3]) herangezogen (358 g/qm, unter günstigen Bedingungen 179 g qm, in Sonderfällen bis 537 g/qm, Injektionen im Abstand von 30—45 cm, gegen besonders widerstandsfähige Unkräuter zusätzliche Oberflächenbehandlung und gasdichtes Abdichten, so gegen Flachwurzler). Dies ist nur zur Behandlung kleinster Flächen wirtschaftlich.

Vielfach wird Schwefelkohlenstoff als Mittel gegen Bodenmüdigkeit im allgemeinen angewendet[4]), z. B. bei Kaffee, Zuckerrohr und Tabak[5]), Rüben[6]), Zwiebeln[7]), Obst[8]) und Reben[9]); er kann auch, unabhängig von auftretenden Krankheiten, die Bodenfruchtbarkeit erhöhen[10]).

---

[1]) Beispiele siehe unter *Elateridae* u. *Scarabaeidae* S. 260 ff. [2]) Thiem s. S. 253[4]).

[3]) Walker, E., Sug. up. cars of apple orchards. Ark. agr. exp. Sta. Bull. **91**, 1906, 141—210; Wilcox, E. V., Carb. bis. f. kill. weed. Hawaii agr. exp. Sta. Press. Bull. **25**, 1909; Beers, C. W., Weed exterminator. Calif. Cultivator **41**, 1913, 533; Loomis, J. C., Kill. morning glory with hoes a. vapors. Pacif. Rural Press. **86**, 1913, 84; Barnum, C. C., The contr. of wild morning glory. Calif. agr. exp. Sta. Circ. **256**, 1923; Johnson, E., Rec. devel. in the use of herbic. in California. Calif. Sta. Dep. Agr. Mo. Bull. **17**, 1928, 7—16; Frost, K. B., Exp. in weed eradic. by machine appl. chem. Agr. Eng. **13**, 1932, 79—80; Ayres, J. C., Hulbert, H. W. a. Ahlson, C. B., Idaho weeds. Id. agr. exp. Sta. Bull. **65**, 1926; Spence, H. L. a. Hulbert, H. W., Idaho perennial weeds. Id. agr. exp. Sta. Bull. **98**, 1935; Spence, H. L., Erradic. peren. weeds w. carb. bis. Ind. agr. exp. Sta. Bull. **106**, 1937; Peterson, W. a. Tingey, D. C., Weeds. Utah agr. exp. Sta. Circ. **71**, 1928; Rogers, C. F., Canada thistle a. russian knapweed a. their contr. Col. agr. exp. Sta. Bull. **348**, 1928; ders. a. Hatfield, I., Carb. dis. f. erad. of peren. weeds Col. agr. exp. Sta. Bull. **347**, 1929; Hanneson, Raynor a. Crafts s. S. 184[2]).

[4]) Dumas s. S. 250[1]); Girard, M., L. Phyllox. d. l. vigne 4. Ed. Paris 1883; Bronsart, H. v., Bodenmüdigkeit, ihre Urs. u. Bek. 1931.

[5]) Loew, O., Soil disinf. in agric. Porto Rico agr. exp. Sta. Circ. **11**, 1909.

[6]) Girard s. S. 255[4]).

[7]) Behrens, J., Fr. d. Rebenmüdigk. d. Weinbge. Wochenbl. Landw. Vers. Baden, 1896, 260. [8]) Bronsart s. S. 145[2]) u. 255[4]).

[9]) Dumas s. S. 250[1]); Girard s. S. 255[4]); Oberlin s. S. 250[1]); ders., Bodenmüdigk. u. Schwefelk. m. bes. Berücks. d. Reb.verjüngung ohne Brache u. ohne

Weizenmosaik wird im Boden inaktiviert[1]).

Die bacterizide, fungizide und nematozide Wirkung des Schwefelkohlenstoffes ist gering[2]); bei vielen der folgenden Empfehlungen ist meist nicht klargestellt, ob es sich um eine spezifische Wirkung, oder aber um die Folge einer allgemeinen Verbesserung der Wachstumsbedingungen handelt.

Bodenpilze werden durch 160 g/qm nach Schalenversuchen gehemmt oder abgetötet, durch 80 g/qm zum Teil gefördert[3]), auch *Trichoderma* gedeiht nach Behandlung gut[4]).

Die fungizide Wirkung gegen *Phytophthora cinnamomi*, *Thielavia basicola*, *Rhizoctonia violacea* und *Fusarium solani phaseoli* ist geringer als die von Chlorpikrin, 1,3-Dichlorpropan und Dibromäthan[5]).

Empfohlen wird Schwefelkohlenstoffbehandlung gegen *Pseudomonas tumefaciens*[6]), *Rosellinia necatrix*[7]), *Fusarium bulbigenum lycopersici* (nicht getötet)[8]). Vermehrungspilze, besonders *Pythium* sp. (200 g/qm)[9]),[1c]), und *Sclerotium rolfsii*, (im Freien aber nicht sicher!)[11]), *Omphalia* sp. (17 ccm/qm)[12]), *Armillaria mellea*[13]) (besonders gute, wohl spezifische Erfolge).

Nematoden: *Heterodera marioni* (auf Gartenflächen 250—630 g/qm oder Emulsionen (1:50) und deren Mischungen mit Formalin (37%) im Verhältnis 1:1 bis 1:3 oder Sapikatemulsion[14]); aber auch negative Befunde)[15]), *H. schachtii* (400 g/qm;

Zwischenkult. Mainz 1884; Mehling, D. Beh. d. Reben u. Weinbergsböden m. Schwefelk. Mitt. Dtsch. Landw. Ges. **42**, 1925, 561; Köbelin, Brache od. Schwefelk.-beh.? Weinb. u. Kellerwirtsch. **11**, 1932.

[10]) Nobbe, F. u. Richter, L., Üb. die Beh. d. Bodens mit Äther, Schwefelk., Chlorof., Benzol u. Wasserstoffsuperoxyd u. d. Wirk. a. d. Wachst. d. Pfl. Landw. Vers. Anst. **60**, 1904, 433—448; Störmer, K., Üb. d. Wirk. d. Schwefelk. u. ähnl. Stoffe a. d. Bod. Jahr.ber. angew. Bot. **5**, 1907, 113—131; Molz s. S. 253[5]).

[1]) Johnson s. S. 245[4]).

[2]) Foex, E., De la préserv. d. semis e. d. jeun. vég. contre. l. malad. cryptog. e. l. paras. anim. par l. steril. d. sol. Jl. Soc. nat. Hort. Fr. **22**, 1921, 242—254.

[3]) Niethammer, A., D. Einfl. e. Schwefelkohlenst. präp. a. typ. mikr. Bodenpilze. Zbl. Bakt. II. **102**, 1940. 20—24.

[4]) Bliss, D. E., Soil disinf. in Citrus orch. ag. *Arm. mellea*. Phytopath. **38**, 1948, 913.

[5]) Zentmyer a. Kendrick s. S. 197[6]).

[6]) Kordes s. S. 215[4]).

[7]) Dufour, Viala und Foex nach Rolet s. S. 250[6]); Miège s. S. 158[4]).

[8]) Young, P. A., Soil fumig. w. chlorp. a. carb. bis. to contr. tomat. root knot a. wilt. Phytopath. **30**, 1940, 860—865.

[9]) Miège s. S. 158[4]); Staehelin et Porchet s. S. 228[4]) u. a.

[10]) Hiltner s. S. 250[6]).

[11]) Davey u. Leach s. S. 194[1]); Nolan s. S. 234[15]); McClellan, W. D., Eff. of cert. soil fumig. a. fertil. ag. crown rot in ann. larkspur caus. by *Scl. Rolfsii*. Phytopath. **37**, 1947, 198—200.

[12]) Bliss s. S. 256[4]).

[13]) Fawcett, H. S. a. Lee, H. A., Citrus dis. a. their contr. McGrew Hill Book Co. 1926; Bliss s. S. 256[4]).

[14]) Danitschenko, J. M., Chrysanth. u. i. Kult. Progr. Hort, a. Market Gard. Petrogr. 1916; Watson s. S. 237[4]); Howard, S. W., Contr. of eelw. in tomat. hous. N. Z. Jl. Agr. **23**, 1921, 225–227; Chapman, P. J. a. Parker, M. M., Carb. dis. emuls. f. t. contr. of nema. Sci. **70**, 1929, 18; Evans, J. B., Many prod. of t. Unions soil Farmg. in S. Afr. **4**, 1929, 398; Schaffnit, E. u. Weber, H., Vers. z. Bek. d. Wurzelälchens (*Het. rad.*). Anz. f. Schädlingskunde **5**, 1929, 17; Gleisberg, J., Wurzelälchenbek. m. Schw.-Sapikat-Gemisch. Obst- u. Gemüsebau **75**, 1929, 217—220, 34;

jedoch sind die hohen Aufwandmengen unwirtschaftlich[1]), *H. rostochiensis*[2]), *Tylenchus semipenetrans* (12 ccm/11,2 l)[3]).

Die Wirkung gegen im Boden lebende Insekten ist ausgezeichnet; Schwefelkohlenstoffinjektion versagt aber gegen Tiere, die an oder nahe der Oberfläche leben; Emulsionen wirken gegen diese besser. In tieferen Schichten werden manche zählebigen Insekten wegen des Abziehens der Dämpfe in durchlässigen Böden nicht hinreichend erfaßt[4]): In beiden Fällen führen einmalige starke Dosen eher zum Ziel als mehrmalige kleinere Mengen. Bei Versuchen in schweren Böden ist es ratsamer, mit der Bewertung der Ergebnisse längere Zeit zu warten und nicht sicher getötete Tiere zur weiteren Beobachtung isoliert zu halten. Im einzelnen liegen folgende Beobachtungen vor:

Myriapoda: *Scutigerella immaculata* (385 g/qm Injektionen in 30—45 cm Entfernung 10—15 cm tief oder 40 g/lfdm, beiderseits 40 cm von den Pflanzenreihen; besonders zur Untergrund-Entseuchung nach Bodendämpfung; Emulsionsanwendung wegen schlechten Eindringens zweifelhaft; doch Erfolge mit 1:60 (117 g/qm) für den Untergrund und 1:100 (140 g/qm) für die Krume vor der Pflanzung oder 3—142 ccm/Pflanze nach dem Pflanzen[5]).

Orthoptera: *Gryllotalpinae*[6]) lassen sich erfolgreich bekämpfen (13—133 g/qm evtl. einmal wiederholt; 80—130 g/qm, 75—90%, bester Zeitpunkt Ende September, Mittwinter[7]) oder Juni[8]); Gießen mit Emulsion 1:400 ist besser wirksam, aber teurer

---

Gandrup s. S. 161[2]); Dickau, F., M. Erf. i. d. Bek. d. Älchenkrankh. d. großbl. Chrysanth. Blum. u. Pflbau. **45**, 1930, 195—196; Schwartz, G., Beitr. z. Bek. d. Wurzelälchen i. Freil. Sächs. Gärtnerbl. 1930, 264 u. 1932, 69; Schwartz, Richtl. f. d. Bodenbeh. m. Schw. Sapikat. Mecklenburg. Landw. Wochensch. **15**, 1931, 527; Arends, G., Älchenbek. m. Schwef.kohlenst. Blum. u. Pflb. **46**, 1931, 24; Guba, E. F., Carb. dis. emuls. f. t. contr. of t. root knot nema. Mass. agr. exp. Sta. Bull. **292**, 1932; ders., Phytopath. **23**, 1933, 13; Schoevers s. S. 160[10]); Newhall, Chuppa. Guterman s. S. 147[1]); Young s. S. 256[8]); Christie, J. R., Prel. tests to determ. t. nemac. a. fungic. prop. of cert. chem. comp. when us. as soil fumig. Proc. helm. Soc. Wash. **14**, 1947, 22—28. [15]) Ramsbottom s. S. 201[11]); Zimmerly a. Spencer s. S. 163[5]); Young s. S. 256[8]).

[1]) Kühn s. S. 203[6]); Hollrung s. S. 232[10]); Baunacke s. S. 196[3]).

[2]) Chitwood, B. G. a. Buhrer, E. M., Summ. of soil fumig. tests against the golden nemat. of potatoes (*Het. Rost.*). Proc. Sta. Ent. Soc. Wash. **12**, 1945, 35–40.

[3]) Martin, J. P., Eff. of fumig., fertiliz. a. var. oth. soil treatm. on growth of Orange seedl. in old Citrus soils. Soil Sci. **66**, 1948, 273.

[4]) vgl. Gough s. S. 254[5]) u. a.

[5]) Riley, H. K., T. greenh. centip. Ind. agr. exp. Sta. Bull. **331**, 1929; Fillinger s. S. 173[4]); Michelbacher s. S. 222[1]); Brunetau, J., La difficulté de la lutte contre les scolopendrelles. Rev. Zool. agr. **34**, 1935, 101—106; Herrick, G. W., *Scut. imm.* Newport, a pest in greenhouses. Jl. ec. Ent. **20**, 1927, 738; Miles, H. W. a. Cohen, M., T. glassh. Symphil. a. i. contr. Jl. Min. Agr. **42**, 1925, 450; Dustan s. S. 210[6]); Thomas s. S. 169[1]).

[6]) Peyran, Contre les courtilières. L'Apicult. **57**, 1913, 216—217; Marchal, P. et. Prillieux, E., Rapp. Phytopath. 1914. Ann. Serv. Epiphyt. **3**, 1916, 1—30; Feytaud, J., La courtiliére (*Gryl. vul.*). Bull. Soc. Etud. Vulg. Zool. Agr. **16**, 1917, 49—56; ders., Rev. Zool. Agr. **32**, 1933; Miège s. S. 158[4]); Rolet s. S. 250[6]); Chittenden, F. H., The Porto Rico mole-cricket in South Carolina and Florida. Jl. ec. Ent. **13**, 1920, 149—150; Delassus, La lutte contre les courtilières dans les jardins maraichers de Fort-de-l'Eau (Alger). Rev. Agr. Afr. Nord **21**, 1923, 603—606; Watson s. S. 237[5]); Verestchagin, B., *Gryllot. gryllot.* Furnika 1926, 111—112.

[7]) Vermorel, V., Destr. d. paras. d. sol; emploi d. sulf. d. carb. en hortic. Montpellier 1905; Marchal, R. et Foex, E., Rapport phytopath. p. l. années

als Cyannatrium)[1]), *Gryllotalpa africana* u. a. (ca. 300 ccm/qm 10—13 cm tief wirkend)[2]), *Brachytrypes portentosus* (2 g/Bau)[3]).

Isoptera: Termiten (71 g/qm Teebusch, 95%; 13 g/Citrusbaum in 20 cm Abstand von diesem, 7,5 cm tief injiziert[4]); 12 g/qm als 0,12—0,18%ige Emulsion[5]); als Nachentseuchung auf befallenen Zuckerrohrbeständen 35—284 g/qm[6]); im allgemeinen ist die Wirkung bei Regen am besten, da die Termiten sich im Nest sammeln[7]).

Hemiptera: *Tibicen davisi* (70%ige Emulsion 1:8 verdünnt, 1790 g/qm, vernichtete das 4., aber nicht das 5. Larvenstadium)[8]), *Pseudococcus vitis* (*citri*) u. a. (6 cbm, wöchentlich wiederholt)[9]), *Margarodes vitium* (3 × 10 ccm 38 g/qm, 25 bis 30 cm tief)[10]), *Eriosoma lanigerum* (rein.CS_2 wegen Wurzelschädigung nicht anwendbar! 0,06—0,09%ige Emulsion, 33—37,5 g/Baum; Wirkung nicht in allen Fällen zureichend, bei hohen Gaben Gefahr von Baumschäden[11]).

Dactylosphaera spp. (Radikalverfahren für Einzelherde; Injektion 200–600 g/qm[12]) evtl. unter Zusatz von Tetrachloräthan und Blausäure[13]), Nitrobenzol[14]), Petroleum[15]), Dichlorbenzol[16]) oder Sapikat[17]) unter gleichzeitiger Vernichtung der Rebstöcke und oberflächlicher Desinfektion des Bodens; Kulturalbehandlungen

---

1916 et 1917. Ann. Epiphyt. **5**, 1918, 1; Conte, V., Contr. allo conossenza della grillotalpa (*Gryll. gryll.* L.). Boll. Lab. Zool. Portici **21**, 275—301.

[8]) Lang s. S. 261[9]).

[1]) Thomas, W. A., The contr. of the Porto Rican mole cricket or changa on golf courses. Bull. U. S. Golf Assoc. Green Sect. **6**, 1926, 197—200.

[2]) Anon. Insect pests a. their contr. Agr. Gaz. NSW. **51**, 1940, 434—438.

[3]) Jonan, J., Stud. on *Brachyt. port.* Licht. a. meth. for its contr. Nach Rev. appl. Ent. A **20**, 1931, 170.

[4]) Jepson s. S. 244[5]); Hargreaves, E., Rep. Lds. For. Dep. Sierra Leone **1928**, 1929, 20; McDaniel s. S. 237[7]).

[5]) Jarvis, E., Queensld. Agr. Jl. (N. S.) **27**, 1927, 398.

[6]) McDaniel s. S. 237[7]).

[7]) Harris a. Wilkinson s. S. 218[5]).

[8]) Wilson, J. W., *Tib. dav.* Smith a Grosbeck (*Cicadidae*), a new pest of econ. importance. Florida Ent. **14**, 1930, 61—65.

[9]) Bodenheimer, Coccidae Palestinae. Zionist. Organis. agr. exp. Sta., Bull. **1**, 1924, 84; Mangin, L. et Viala, P., Phthiriose de la vigne. Rev. Vitic. **20**, 1903, 525—527, 581—584, 609—613; Gardner, L. R., Not. on the contr. of mealy bugs. Jl. Ent. Zool. **18**, 1926, 57.

[10]) Schurman, J. B., El *Marg. vit.* Min. Ind. Défensa Agr. Boll. Mens. (Uruguay) **3**, 1922, 117—121.

[11]) Leach s. S. 181[4]); ders. s. S. 237[9]); Marcovitch, S., The woolly aphis in Tennessee. Jl. ec. Ent. **27**, 1934, 779—784; Underhill, G. W. a. Cox, J. A., Carb. dis. a. dichloroethylether as soil fumig. f. the woolly aphid (*Erios. lanig.* Hausm.). Virginia fruit **28**, 20, 22, 24, 26, 1940; Smith s. S. 236[3]).

[12]) Grassi, B., La lotta contro la filoss. nel Teramanol 1901—1916. Biol. Bibl. Minist. Agr. Roma **15**, II. B, 1916, 69; Denkschr. s. S. 252[2]); vgl. ferner Anm. S. 250[6]).

[13]) Grether s. S. 253[2]); Börner, C. u. Thiem, H., Vernichtungsverf. mit Tetrachloräthan (Ergetan). Mitt. Biol. Reichsanst. **21**, 1921, 167—182; Thiem s. S. 253[4]).

[14]) Börner u. Thiem s. S. 258[13]); Thiem, H., Z. Umgestaltung d. Rebl.bek. i. Deutsch. Reich. Weinb. u. Kellerwirtsch. **3**, 1924, 29—32, 44—45; ders. s. S. 250[6]).

[15]) Börner, C. u. Thiem, H., Über die Nat. neuzeitl. Rebl.bek.mittel. Arb. Biol. Reichsanst. **13**, 1925, 420; Printz s. S. 254[4]); Thiem, H. u. Kalandadze, L., Petroleum als Rebl.bek.mittel. Zeitschr. ang. Ent. **18**, 1931, 319.

[16]) Printz s. S. 254[4]).

[17]) Kroemer s. S. 253[6]); Thiem, H., D. Prüfg. v. Mitt. u. dir. Bek. d. Rebl. Arb. Biol. Reichsanst. **13**, 1925, 428.

mit 20—40 g/qm in 4 Injektionsstellen müssen mehrmals im Jahr, zumindest alljährlich wiederholt werden; die behandelten Reben bleiben Ansteckungsherde[1]); ähnlich wirken 40 g/qm mit der gleichen Menge Kerosin verdünnt[2]); 70—100 g/qm ermöglicht unter günstigen Bedingungen weitgehende kulturale Bereinigung von Herden[3]); 70 ccm = 88 g/qm in flache Gruben verteilt schützt zumindest längere Zeit[4]).

Lepidoptera: *Sanninoidea exitiosa* (35—50 g/Baum; in leichten Böden ungenügend; z. T. schädigend[5]) oder 4—5 g als Emulsion)[6]), *Saperda candida* (20%ige Emulsion 237 ccm /Baum im Ringverfahren, s. S. 290, im Herbst bei Temperaturen über 13° C)[7]), *Hypopta caestrum* (20—30 g/qm)[8]), *Carpocapsa pomonella*[9]), *Argyroploce antiquana*[10]), *Bembecia marginata* (Emulsion 1 : 1,7% gießen)[11]), *Porina* sp.[12]), *Cheimatobia brumata* (Puppen[13]), *Noctuidae* (Emulsion gießen, 87 g/qm)[14]), *Hydroecia immanis* unzureichend[15]), *Crambe* spp. (Emulsion wenig wirksam, 20 g/qm, 50%)[16]).

Coleoptera: Carabidae: *Zabrus tenebrioides* (Injektion 25 cm Abstand, 20—30 cm tief, 100—125 g/qm)[17]).

Chrysomelidae: *Leptinotarsa decemlineata* (Käfer und Nymphen bis 60 cm Tiefe durch 950 l/ha getötet; Emulsion unwirksam)[18]), *Paria canella* und *Graphops*

---

[1]) Girard s. S. 255[4]); Chauzit s. S. 191[1]); Vermorel s. S. 257[7]); Faes s. S. 250[6]); ders. et Tonduz, P., Rep. ann. Sta. féder. d'ess. vitic. a. Lausanne et Dom. de Pully. Ann. agr. Suisse, **27**, 1926, 241; u. a.

[2]) Printz s. S. 254[4]).

[3]) vgl. Grassi s. S. 236[3]); Denkschrift s. S. 252[2]); Börner u. Thiem s. S. 258[13]); Thiem s. S. 250[6]); Kissel, D. hess. Entseuchungsverf. z. Bek. d. Rebl. D. dtsch. Weinb. **4**, 1925, 185, 198; 207; ders., Neuere Erf. m. d. Schutzbeh. in Hessen. D. dtsch. Weinb. **7**, 1927, 307—319.

[4]) Stellwaag s. S. 186[1]).

[5]) Woodworth, C. W., The Calif. peach tree borer. Calif. agr. exp. Sta. Bull. **143**, 1902; Becker, G. G., The peach tree borer, *Sann. exit.* Say. Ark. agr. exp. Sta. Bull. **150**, 1918.

[6]) Howard, L. O., Rep. of the Ent. f. the year 1918. Rep. Ent. U. S. 1918; ders., Rep. of t. Ent. f. t. year 1919.

[7]) Chandler, S. C. a. Flint, W. P., Contr. of roundheaded apple tree borer. Ill. nat. Hist. Surv. Circ. **40**, 1942.

[8]) Jean, C., *Hyp. caestr.*, a microlepidopt. injur. to *Asparagus* in France. Petit Provençal **48**, 1922, 5 (Int. Rev. Sci. a. Pract. Agr. **13**, 1922, 1414).

[9]) Truelle, A., La destr. de la carpocapse des noix. Vie Agr. et Rur. **31**, 1927, 184—186.

[10]) Riols, P., Le ver du crosne(*Argyr. antiq.*) paras. nouveau pour la région de l'est. Rev. Path. vég. Ent. agr. **17**, 1930, 161—163.

[11]) Headlee a. Ilg s. S. 242[7]).

[12]) Cockayne, A.H., The subt. grass caterpillar. Jl. Agr. Well. **11**, 1915, 13—17.

[13]) Blanchard, E.,Dégâts causés aux arbres fruit. par la *Cheimat.* dans la vallée du Rhône. Vie Agr. et Rur. **16**, 1920, 169.

[14]) Anon., Pour combattre les vers gris de la vigne. Vie Agr. et Rur. **7**, 1917, 102; Degrully, L., Deux vieux ennemis de la vigne: le vers gris, l'Altise. Prog. Agr. et Vitic. **77**, 1922, 413—419.

[15]) Cory, E. N., Contr. of *Iris* borer. Maryld. agr. exp. Sta. Bull. **298**, 1928, 186; Hawley s. S. 222[4]).

[16]) Noble s. S. 220[6]); Stone, M. W. a. Elmore, J. C., Dichloroethylether as a contr. for sod webworms in lawns. Jl. ec. Ent. **30**, 1937, 213.

[17]) Karumidze a. Novitzkaja, T. N., (Tests of insectic. to be us. ag. *Zabr. tenebr.* Goeze). Pl. Prot. **2**, 1935, 81.

[18]) Feytaud s. S. 160[5]) u. S. 243[9]); Fryer, J. C. T., Colorado potato beetle at Tilbury. Jl. Min. Agr. **41**, 1933, 1058—1062; Schwartz, M., Der Kartoffelkäfer. Flugbl. Biol. Reichsanst. **120**, 1932 (4. Aufl. 1943).

putescens (Larven und Puppen, aber (50,33%) auch Erdbeerpflanzen getötet)[1]), *Aulacophora abdominalis* (schädigt aber Pflanzen)[2]).

Elateridae: Gegen Drahtwürmer wirken große Gaben (155 g/qm Flächenbehandlung, 48 Stunden abgedeckt[3]), Injektionen 28 ccm, 10 cm tief, 45 cm entfernt[4]); vor allem bei mäßiger Bodenfeuchtigkeit und Temperaturen über 10°C; Tiefenwirkung bis 45 cm (= 175 g/qm, 100%), auch stärkere Dosen, kleine dagegen oft unbefriedigend (30—39 g/qm, 33%)[5]); Behandlung im Sommer ist vorteilhafter[6]); Vergasen von 14 g/qm durch den Auspuff des Motorpfluges erfolgreich[7]). Emulsionen werden teils besser[8]), teils schlechter[9]) bewertet als die Reingaben und als Chlorpikrin, oder gleich; Simultanbehandlung ist oft für die Pflanzen schädlich oder tötlich, selbst bei geringen Aufwandmengen (oder Emulsionsanwendung)[10]).

Scarabaeidae: *Lepidiota albohirta* (Injektion von 9—18 g in Abständen von 38 cm, 7,5 cm tief, 70—95%[11]); kann aber auch versagen, wenn die Verteilung der Larven im Boden ungünstig ist und sie sich nur langsam den Pflanzen nähern; CS_2-Emulsionen bewährten sich nicht; bei hohen Temperaturen können die Dosen vermindert werden)[12]), *L. frenchi*[13]), *L. trichosterna*[14]), *Odontria zealandica* (Injektion

---

[1]) Parker, R. L. a. Lamerson, P. G., Prel. rep. on the biol. a. contr. of strawberry root worms, *Par. can.* Fab. a. *Graph. put.* Bim. Rep. Kansas hort. Soc. **47**, 1944, 114—116.

[2]) Parlakos, J. G., Z. Biol. u. Bek. d. orangeroten Melonenkäfers, *Aulac. abd.* Gust., in Griechenland. Zeitschr. angew. Entom. **30**, 1943, 1—78.

[3]) Wilson s. S. 243[5]).

[4]) Targioni-Tozetti, Stat. sperim. agr. ital. 1889, 147; Régnier, R., Un ennemi des plantes potagères, *Corymbites latus.* Bull. Soc. Path. Vég. France **8**, 1921, 21—24; Miles, H. W., Some imp. ins. pests of strawberries. Jl. Bath and West and South. Count. Soc. **16**, 1921/22; Headlee, T. J., N. Jers. agr. exp. Sta. Rep. **1923/24**, **1924/25** u. **1929/30**; Miwa, J. a. Uanagihara, M., The eff. of elaterid beetles on sugar-cane planting in Formosa. J. Trop. Agr. **1**, 1929, 275—289; Marlatt, C. L., Rep. Chief. Bur. Ent. U. S. Dep. Agr. 1929 u. 1931; Lane, M. C. a. Gibson, K. E., Carb. dis. as a contr. for wirew. Jl. ec. Ent. **25**, 1932, 958—967; Jones, E. W., The infl. of temp. on the toxicity of carb. dis. to wirew. Jl. ec. Ent. **26**, 1933, 887—892; Thiem, H. u. Steudel, W., Unters. z. Biol. u. Bek. d. Maik. u. s. Engerl. Mitt. Biol. Reichsanst. **65**, 1941, 39—40.

[5]) Comstock a. Slingerland s. S. 200[4]); Subklew, W., D. Bek. d. Elat. Zeitschr. angew. Ent. **24**, 511, 1938 (Lit.!); Vershinskaya, V. G., Ü. Schädl. d. *Parthenium argentatum* Gray. Trans. Rubb. Guttaperch. Inst. **5**, 1932, 58; Morrill a. Lacroix s. S. 240[6]).

[6]) Jones a. Shirk s. S. 183[2]).

[7]) Lichatschev, A., Sterilis. d. Bodens d. Gase. Mitt. d. Inst. f. Pflanzenschutz. Leningrad **1933**, 126—128.

[8]) Headlee s. S. 260[4]); Speyer, E. R. et al., Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt **25**, 1940, 39 u. **27**, 1942, 53—64; Gough s. S. 245[5]).

[9]) Britton a. Anderson s. S. 240[6]); Stone a. Campbell s. S. 235[5]); Lacroix s. S. 243[4]); Thiem u. Steudel s. S. 260[4]).

[10]) Morrill a. Lacroix s. S. 240[6]); Speyer et al. s. S. 260[8]).

[11]) Jarvis, E., Cane beetle contr. Queensld. Agr. Jl. **17**, 1922, 36–39; **27**, 1927, 270—271; **29**, 1928, 107—113; **39**, 1933, 60; ders., Ann. Rep. Bur. Sug. Exp. Stas., Queensld. **25**, 1925, 17—22; **32**, 1932, 51—55; Jarvis a. Burns s. S. 242[14]); Cottrell-Dormer, W. C., Cane pests and diseases. Queensld. Agr. Jl. **21**, 1924, 363—368; **22**, 1924, 275—277, 419—424.

[12]) Bell, A. F., Rep. Bur. Sug. Exp. Stas. Queensld. **41**, 1941, 19—23.

[13]) Illingworth a. Jarvis s. S. 218[9]); Jarvis, E., Ent. advice to canegrowers. Queensld. Agr. Jl. **28**, 1927, 554—555; Mungomery, R. W., Rep. Ent. Rep. Bur. Sug. Exp. Stas., Queensld. **29**, 1929, 45—46.

[14]) Mungomery, R. W., Cane grub activity. Queensld. Agr. Jl. **30**, 1928, 513–514.

von je 15—28 ccm in 30 cm Abstand 15 cm tief, unter Umständen schon 7 ccm in 90 cm Abstand; Emulsion 70% in Mengen von 85 g/qm oder 1:5 3,2 l/qm[1]); nach neueren Erfahrungen aber schlechter als Chlorpikrin)[2]), *Leucopholis* spp. (50—63 g/Pflanze, 20 cm tief oder 1,5 g 7,5—10 cm tief, 15—20 cm von der Pflanzenbasis)[3]).

Lachnosterna spp. (292—288 g/qm oder Emulsionen z. B. 1:200—1:400, 8,7 l/qm, 75—100%)[4]), *Dynastinae*[5]), *Cotinis nitida* (40 g/qm nur 30%, Tabak geschädigt)[6]), *C. texana* (halber Teelöffel je Bau, 90%)[7]), *Oxythyrea funesta*[8]), Engerlinge der Gattungen *Melolontha, Phyllopertha, Rhizotrogus, Amphimallon* und *Polyphylla* meist mit gutem Erfolg, vor allem in Dauerkulturen (Wein, Obst, Forst[9]); 40—400 g/qm, kultural 70—120 g/qm; gewöhnlich im Injektionsverfahren,

---

[1]) Green, A. W., Bis. of carb., its use for eradic. grass grubs in lawns and gardens N. Z. Journ. Agr. **7**, 1913, 378; Cottier s. S. 221[4]).

[2]) Jacks, H., Soil disinf. V. Comp. eff. of soil fumig. f. the contr. of grassgrubs (*Od. zeal.*). N. Z. Jl. Sci. Techn. **28 A**, 1947, 166—170.

[3]) Leefmans s. S. 220[10]); Otanes, F. Q., Some obs. on root grubs (Leuc. irr. Chevr.) in t. Philippines a. sugg f. t. contr. Philipp. Agr. Rev. **17**, 1924, 109—119.

[4]) Anon., Bol. Fomento Costa Rica **3**, 1913, 130—133; Cook, A. J., The white grubs. Mthly. Bull. St. Comm. Hort. Calif. **3**, 1914, 29—30; Headlee, T. J., Rep. Ent. Rep. N. Jers. agr. exp. Sta. 1916, 306—335; Puig y Nattino, J., Los parasitos vegetales y animales de las plantas cultiv. espontaneas. Repub. Orient. Urug. Min. Ind. Bol. **36**, 1919; Davis s. S. 191[2]); Komp, W. H. W., The use of carb. bis. against the white grub. Soil Sci. **10**, 1920, 15—28; Bourne, B. A., Ent. a. mycol. work 1922/23. Rep. Dep. Agr. Barb. **1923**, 8—9; Box, H. E., Rep. Porto Rico 1924; Anon. s. S. 242[12]); Dozier, H. L., Ann. Rep. Inst. Exp. Sta. P. Rico **1924** bis **25**, 1926, 115—124; Vandenberg, S. R., Ent. Rep. Guam. agr. exp. Sta. Rep. **1930**, 1931, 23; Garman, P., White grub inj. to seedling apple and pear trees. Conn. agr. exp. Sta. Bull. **383**, 1936, 313; Anon., A new. method of contr. some imp. underground insect pests of crops. Mysore Agr. Coll. **1937**, 41, 45, 49; Johnston, H. R. a. Eaton, C. B., Test with var. chem. for the contr. of white grubs in forest nurseries. Jl. For. **40**, 1942, 712—721.

[5]) *Lig. fossator:* Anon., O bezouro doscanno viaes. Chac. e Qiuntaes, S. Paulo **13**, 1916, 243—249; *Lig. foss.* u. *Pod. humilis*: Anon, s. S. 156[9]); Moreira, C., Os bessouros da canna de assucar. Bol. Min. Agr. Ind. e Comm., Rio d. Jan. **8**, 1919, 103—119; *Pod. humilis* und *Dysc. geminatus:* Moreira, C., Insectos nocivos dos arrozaes e seu combate. Alman. Agr. Bras. **1923**, 193—194; *Pent. punct.:* Grassée, P. P., Sur quelqu. ins. d. l. vigne. Progr. Agr. Vitic. **89**, 1928, 232—236, 262—265; Ferrario, T., Un terribile devastatore di barbatelle. Giorn. Agr. Domenica **43**, 1933, 236; Borg, P., Rep. Sup. Malta **1930**, 14—18.

[6]) Davis a. Luginbill s. S. 173[3]); Mc Kinney, K. B. a. Milam, J., The green june-beetle larva in tob. plant beds. U. S. Dep. Agr. Farmers Bull. **1489**, 1926; Lipp s. S. 220[8]).

[7]) Nichol s. S. 156[14]).

[8]) Lesne, P., Ins. nuis. aux arbr. fruit. Jl. Agr. Prat. **27**, 1914, 307—311.

[9]) Magnien, Destr. des hannetons et des vers blancs. Jl. agr. prat. **55**, 1891, 609; Delacroix, G., Le Hanneton et sa larve. Jl. agr. prat. **55**, (2), 1891, 125—129, 163—167, 188—192; Vermorel s. S. 257[7]); Decoppet, M., Act. d. sulf. d. carb. s. l. vers blancs et s. l. veget. d. quelqz. pl. forest. Proc. verbaux Sci. Soc. Vaud. Sc. Nat. **1912**, Nr. 9; Lang, W.; D. Verw. d. Schw. im Pflanzenschutz. Württ. Wochenbl. Landw. **36**, 1913, 418—419; Pospielov, V. P., Rep. ent. Sta. South. Russ. Soc. Pro. Agr. f. 1912, Kiew 1913; Zvierezomb-Zubkovsky, E. V. (Vers. z. Bek. v. *Mel.* Larven mittels Schw.) n. Rec. appl. Ent. **3**, 1915, 228; Vermorel, a. Crolas s. S. 190[2]); Escherich, K., D. Maik.bek. in Bienwald. Zeitschr. angew. Ent. **3**, 1916, 151; Tarnani, J. K., Beob. z. Biol. v. *Melol.* Jl. appl. Ent. Kiew **1**, 1917, 8—21; Guénaux, G., La destruct. d. hannetons. Vie Agr. et Rur. **7**, 1917,

Einzelgaben 5—60 g in Abständen von 20—50 cm; an Zuckerrüben halfen Injektionen von 5 ccm (im Mai) und 9 ccm (im Juni) gegen Engerlinge[1]); die im Einzelfall richtige und wirtschaftliche Menge hängt von Bodenart, Jahreszeit und anderen Standortbedingungen ab; teils oberflächliche Behandlung empfohlen, teils Injektionen auf 18 cm Tiefe[2]), bei hoher Bodenfeuchtigkeit und höheren Temperaturen werden die in die oberen Bodenflächen gewanderten Tiere leicht getroffen[3]); versenken CS_2 getränkter Wattebausche oder Wergpfropfen in entsprechenden Abständen, erfolgreich[4]); Emulsionen von 70% Schwefelkohlenstoff und 5% Paradichlorbenzol (Terpur) 1%ig (5—10 l/qm)[5]).

Popillia japonica, Anomala orientalis sowie *Aserica castanea*[6]) (290 g/qm : je 21 ccm, 25—5 cm tief in Abstand 25—30 cm bei Bodentemperatur über 7° in 15 cm Tiefe oder in Furchen in 25 cm Abstand (229 g/qm); für lose Erde 600 g/cbm unter

---

441—443; Miège, E., La desinf. du sol. Ann. Serv. Epiphyt. **5**, 1918, 83—144; Decoppet s. S. 203[9]); Ravaz, L., Le ver blanc dans les pepinières. Progr. Agr. et. Vit. **77**, 1922, 7—8; Fluhrer s. S. 200[1]); Popp, M., Humuskarbolineum als Bek.mittel f. Engerl. Oldenb. Landw. Bl. **70**, 1922, 121–122; Verestchagin, B., *Mel. mel.* u. s. Bek. Furnika Kischinew 1922; Cotte, J., *Polyph. fullo* dans les vignobles du Var. Bull. Soc. Path. Veg. **9**, 1922, 260—262; Faes, H. e. Staehelin, M., La destruct. d. verblanc ou larv. d. hanneton (*Mel. vulg.*). Ann. agr. Suisse **24**, 1923, 101—105; Faes e. Tonduz s. S. 203[9]); Karmann, W., Engerl. in Baum- u. Rosenkult. Möllers D. Gärtner.Ztg. **37**, 1923, 87—88; Printz s. S. 153[7]) u. S. 254[4]); ders., (Notes of vine pests II.). Ent. Kab. Koop. Vinogr. Konk. Helenendorf 1928; Shembel, S. Y., 14. Ber. Astrachan Stat. Pflanzensch. f. 1926; Gessner, A., Ein Beitr. z. Engerl.bek. insbes. in Rebschulen. Weinbau u. Kellerwirtsch. **7**, 1928, 97; Wiesmann, R., Vernichtung v. Engerl. in Pflanzenschulen. Schweiz. Z. f. Forstw. **1928**, 295; Mungomery, R. W., Fumig. f. cane grubs. Queensld. Agr. Jl. **34**, 1930, 562—567; ders., Ann. Rep. Bur. Sug. exp. Stas. Queensld. **30**, 1930, 47—48; Hengl, F., Z. Bek. d. Eng. i. Weinb. Weinland 1931, H. 2 u. 3; ders., Eng.bek. i. Wein- u. Obstbau. Mitt. Burgenl. Landw. K. **1935**, 73—76; Hengl, F. u. Watzl, O., Eng.bek. Bundesanst. f. Pflanzensch. Mitt. **211**, 1931; Chigarev s. S. 239[9]); Polenhenzeff, P., (D. Erg. d. Unters.arb. ü. d. Maik. (*M. hippocast.*) u. and. Forstschädl. i. Vers.revier Borowoje). Res. d. Vers.tätigkeit d. Vers.Rev. Borowoje f. d. J. 1903—1928. Samara 1932; Ripper, W., D. Bek. d. Engerl. im Rübenf. D. Landeskultur **2**, 1935, 164; Thalenhorsts. S. 194[4]); Krassnyanskii s. S. 243[12]); ders., Üb. d. Bek. d. Maik.engerl. m. Bodenvergasungsmitteln. Verh. 7. Int. Kongr. Ent. Berlin, **3**, 1938, 2253; Régnier, R., Contr. a. l'étude d. hannetons. Ann. Epiphyt. N. S. **5**, 1939, 257; de Fluiter, s. S. 156[10]); Blunck s. S. 200[1]); Bennett s. S. 247[14]); Viel s. S. 248[13]).

[1]) Ripper s. S. 261[9]).

[2]) Zvierezomb-Zubkovsky s. S. 261[9]).

[3]) Howard, Weigel a. Smith, Gessner und Magnien s. S. 261[9]).

[4]) Zvierezomb-Zubkovsky, Shembel und Mysslowsky s. S. 261[9]).

[5]) Günthart s. S. 254[4]).

[6]) Leach a. Thomson s. S. 248[9]); dies. s. S. 238[4]); Howard, Rept. Ent. U. S. Dep. Agr. 1922 u. 1923; Fleming s. S. 238[4]) u. S. 194[3]); Hardley, C. H., Rep. on jap. beetle work. 8. Ann. Rep. N. Jers. Dep. Agr. Bull. **37**, 1923, 49—52; Leach, B. R., Fleming, W. E. a. Johnson, J. P., Soil insecticide inv. at the jap. beetle lab. during 1923. Jl. ec. Ent. **17**, 1924, 361—365; Leach a. Johnson s. S. 253[8]); Leach s. S. 191[4]); Smith, Bull. **41** u. **45** s. S. 253[8]); ders., 11. Ann. Rep. N. Jers. St. Dep. Agr. 1926, 71—76; Leach, B. P., Lipp, J. W. a. Fleming, W. E., Contr. of jap. beetle grubs. Pennsylv. Dep. Agr. Gen. Bull. **440**, 1927; Lipp s. S. 220[8]); Cory, E. N. a. Sanders, P. D., Soil treatm. f. contr. of the jap. beetle. Jl. ec. Ent. **22**, 1929, 556—561; Stichler, G. B., Incidental effects following cert. greenh. pract. in contr. of the jap. beetle. Proc. Pennsylv. Acad. Sci. **2**, 1928, 58—60; Fleming a. Baker s. S. 180[3]); Anon., Instr. to insp. on the disinf. of

gasdichter Bedeckung 24 Stunden; Emulsion 0,75—1,375 ccm/l für Töpfe; 59 bis 139 ccm/qm in entsprechenden Verdünnungen (ca. 1:200) im Freiland, bzw. 10 bis 70 ccm alle 25 cm in der Zuckerrohrreihe (= 109—218 g/qm); jedoch für die Pflanzen nicht immer ungefährlich, daher galvanisierte Eisenzylinder 7,5 cm tief um die Pflanzen einlassen und mit 0,6—0,9%iger Emulsion reichlich angießen), *Pseudoholophylla furfuracea* (Injektion von 4,8 ccm beiderseits der Pflanzstelle, 71%)[1]), *Aphodius pardalis* (Emulsion 6,2 g/l, 50%)[2]).

Cerambycidae: *Vesperus xatarti* an Reben (20—25 ccm in 3—4 Löcher je Rebstock bei 2—3maliger Wiederholung, 20 g/qm)[3]).

Curculionidae: *Tychius quinquepunctatus* (Nachentseuchung mit 39 bis 65 g/qm)[4]), *Otiorrhynchus sulcatus* (Injektion 20—32 g/qm, nach anderen erst in pflanzenschädlichen Mengen wirkend)[5]), *O. ovatus* (Nachentseuchung mit Emulsion 78—118 g/qm)[6]), *O. ligustici* (Injektion 400 g/qm zu 36 ccm in 38 cm Abstand 15 cm tief)[7]), *Leptops hopei* (Injektion 5 × 36 g/Baum)[8]), *Ceutorrhynchus quadridens*[9]), *Rhytidoderes plicatus* (2 × 150 g/qm)[10]), *Graphognatus leucoloma* a. *G. peregrina* (150—440 g/qm oder Emulsion, für Topferde 1200 g/cbm)[11]), *Rhynchites auratus* (Behandlung in Schutzkästen oder Zelten)[12]), *Rh. auratus ferganensis* (3200 g/qm un-

---

nursery products for the jap. and asiatic beetles. U. S. Dept. Agr. P. Q. C. A. S. R. A. **99**, 1929, 63 u. **139**, 1939, 55; Hamilton, C. C., Methyl bromid fumig. f. contr. of as. beetle grubs attacking Azalea plants. Jl. ec. Ent. **33**, 1940, 486; Smith s. S. 220[8]); Zappe a. Garman s. S. 238[10]); Britton s. S. 238[10]); Britton a. Zappe s. S.242[15]); Johnson s. S. 253[3]); Friend, R. B., The as. beetle in Connecticut. Connect. agr. exp. Sta. Bull. **304**, 1929, 585—664; Swezey s. S. 238[9]); Cotton s. S. 238[6]).

[1]) Mungomery s. S. 253[3]).

[2]) Downes, W., On the occ. of *Aph. pard.* Lec. as a pests of lawns in Brit. Columbia. Rep. ent. Soc. Ontario **58**, 1928, 59—61.

[3]) Anon., Un insecto que causa graves danos a los vinedos, *Vesp. xatartti*. Rev. Instit. Agr. Catal. San. Isidoro **1913**, 23—26; Anon., Trabajos de las estac. de pat. veg. Bol. Estacion Pat. Veg. **1**, 1926, 107—113.

[4]) Grandi, G., Contr. alla conoscenza dei costumi e delle metamorfosi del *Tychius 5-punct.* L. Boll. Lab. Zool. Portici **10**, 1916, 103.

[5]) Feytaud, J., Etude sur l'Ot. sillone (*O. sulc.*). Ann. epiphyt. **5**, 1918, 145; Hauptfleisch, K., Schäden d. den Taxuskäfer. Gartenwelt **37**, 1933, 626; aber Smith, F. F. s. S. 173[3]).

[6]) Melander, A. L. a. Yothers, M. A., 25. u. 26. Ann. Repts. Wash. St. Coll. agr. exp. Sta., Bull. **127**, 1915, 30—38 u. **136**, 1917, 35—42; Melander, A. L., Ann. Rep. **1916**, N. Yakima, C. Hort. Dep.; ders., Strawberry root weevil. Rep. Proc. Wash. St. Hort. Assoc. 1917; ders. s. S. 236[2]); Fulmek, L., Erdbeerwurzelrüßler, *Ot. ov.* Gartenztg. Wien 1930, 3. S.; McDaniel s. S. 218[8]).

[7]) Schwardt, H. H. a. Lincoln, C. G., Soil fumig. f. contr. of t. alfalfa snout beetle. Jl. ec. Ent. **33**, 1940, 460.

[8]) French, jr. C. a. Hammond, A. A., Apple root borer (*L. hopei*) contr. exp. Jl. Dept. Agr. Victoria **24**, 1926, 25.

[9]) Vasina, A. N., *Ceutor. quadr.* Panz. the cabbage stem weevil a pest of crucif. pl. Trud. opuitno-issled. Uchastka Stantz. Zashch. Rast. Vred. Moskowsk Zemel. Otd. **1**, 1927, 91.

[10]) Pussard, R. e. Nepveu, P., Meth. de lutte appl. au *Rhyt. plic.* O. C. R. Ac. Agr. France **25**, 1939, 487.

[11]) English, L. L. a. Graham, C. P., Soil sterilis. exp. on killing larvea of the white fringed beetle, *Naup. leucol.* Boh. Jl. ec. Ent. **31**, 1938, 769; Anon., Serv. Reg. Anouncm. Bur. Entom. Pl. Quar. **150**, 1942, 1—26.

[12]) Troitzky, N. N., Mat. z. Biol. v. *Rhynch. aur.* Gov. Ent. St. Turkestan **1913.**

genügend)[1]), *Rh. bicolor wickhami* (50 g/qm, 70—100%)[2]), *Conotrachelus nenuphar* (50—75 ccm 0,5% Emulsion/qm)[3]).

Hymenoptera: *Vespa* (Eingießen von 30—60 g/CS_2 in die Erdnester oder Injektion je 5—30 ccm in 30 cm Abstand; sehr wirksam ist auch ein Gemisch mit Tetrachloräthan (2:1 volT); oder reichliche Mengen Emulsion 1:200, 23 g/qm)[4]), *Andrena perplexa* (Tetrachloräthanemulsion)[5]), *Tetramorium caespitum* (11% einer 66,7% Emulsion unwirksam, höhere Konzentrationen pflanzenschädigend)[6]), *Atta* sp. (u. a. Ameisen, ev. zusammen mit Arsenik, Naphthalin, Paradichlorbenzol)[7]).

Diptera: *Ceratitis capitata*[8]), *Rhagoletis cerasi*[9]), *Chortophila brassicae*[10]), *Ch. floralis*[11]), *Ch. fuscipes*[12]), *Hylemyia cilicrura* (Emulsion, auch mit Mineralöl 1:1, etwa 2,5l/lfdm)[13]), *H. brunnescens*[14]), *Metoponia rubriceps*[15]), *Tipula oleracea*[16]), *Bibio johannis*[17]).

b) Schwefelkohlenstoffentbindende Salze

Um die Schwierigkeiten bei der Handhabung des Schwefelkohlenstoffes zu umgehen und das Mittel gut verteilen zu können, wurde die Entbindung von Schwefelkohlenstoff im Boden aus Salzen vorgeschlagen[18]). Der hohen Kosten wegen hat sich dies aber in der Praxis kaum eingebürgert.

α) Die Sulfokarbonate des Kaliums, Natriums und Bariums zerfallen unter dem Einfluß von Kohlensäurelösungen nach der Gleichung

$$Na_2CS_3 + H_2O + CO_2 = Na_2CO_3 + CS_2 + H_2S$$

---

[1]) Nevskii, V. P., *Rh. aur.* Scop. *fer.* subsp. n., ennem. de l'apricot au Fergana. Pl. Prot. **5**, 1929, 443.

[2]) Hoerner, J. L., Western rose curculio, *Rhynch. bic. wick.* Ckl. Col. agr. exp. Sta. Bull. **432**, 1936.

[3]) Whitcomb, W. D., The plum curculio in apples in Massachussetts. Mass. agr. exp. Sta. **249**, 1929, 26.

[4]) Passy, P., A. propos de la destr. des guêpes. Apicult. **60**, 1916, 17—18.

[5]) Sanders s. S. 244[10]).

[6]) Walker, H. G. a. Anderson, L. D., Contr. of pavement ant att. eggpl. Jl. ec. Ent. **30**, 1937, 312—314.

[7]) Hawley, R. C. a. Record, S. J., Do ants kill tree about their colonies? Am. Tor. Wash. **275**, 1916, 685—686; Cotrell-Dormer, W., Queensld Agr. Jl. **25**, 1926, 45—47; Severin, H. C., House ants. S. Dak. St. Ent. Circ. **20**, 1920; Stähel a. Geyskes s. S. 218[4]).

[8]) Blakeslee, E. B., Use of tox. gases as a poss. means of contr. of the peach tree borer. U. S. Dept. Agr. Bull. **796**, 1919; Borg s. S. 261[5]).

[9]) Bongini, Oss. biol. su. mosca d. ciliege in Piemonte. Boll. labor sper. Fitopat. **8**, 1931, 4—9; Wiesmann s. S. 204[6]) u. 202[5]); Thiem s. S. 200[15]).

[10]) Macdougall, R. S., Insect pests in Scotland 1912. Trans. Highl. and Agr. Soc. Scotl. **25**, 1913, 192; Hinds s. S. 237[3]); O'Kane s. S. 180[4]).

[11]) Vasina s. S. 263[9]).

[12]) Watson, J. R., Florida truck and garden pests. Univ. Florida agr. exp. Sta., Bull. **134**, 1917, 35—127.

[13]) Wilford, B. H., The seed corn maggot a pest of red Cedar seedl. Jl. For. **38**, 1940, 658—659; Breakey et al. s. S. 214[1]).

[14]) Bruneteau, J., La mouche de l'oeilette, *Hyl. brunn.* Rev. Zool. agr. appl. **29**, 1930, 37—46.

[15]) Jarvis, E., Queensld. Agr. Jl. **24**, 1925, 100—102.

[16]) Faes s. S. 200[8]).

[17]) Morris, H. W., On the larval a. pupal stages of *B. joh.* Ann. appl. Biol. **4**, 1917, 91—109.

[18]) Dumas, J. B., Exp. sur l'emploi d. sulfocarb. alc. pour la déstruction du *Phyll.* C. R. Ac. Sci. **79**, 1874, 645.

Der entstehende Schwefelwasserstoff unterstützt die entseuchende Wirkung. Die Salze werden in 1—4%iger Lösung verwendet[1]). Zugabe geringer Mengen einer schwachen Säure (Essig) beschleunigt die Schwefelkohlenstoffbildung[2]). Die Anwendung ist während des ganzen Jahres möglich. In höheren Dosen (bei Tulpen 5%, bei Gras 7,5%) sind die Salze schädlich, in mäßigen (1—3%) können sie zu kulturalen Entseuchungen verwendet werden[3]). Nachteilig sind die erforderlichen großen Wassermengen.

Diese Verbindungen wirken auch stark fungizid (3 l/qm), sind aber weniger günstig als Formalin[4]).

Über insektizide Wirkungen liegen folgende Erfahrungen vor:

Schädlinge verschiedener Art (Schnecken, Tausendfüßler, Drahtwürmer u. a.) (1—2%)[5]).

Hemiptera: *Rhizoecus terrestris* an Akazien (1% Kali oder weniger gut 5% Natrium- oder Bariumsalz, ohne Schädigung der Pflanzen)[6]), *Dactylosphaera vastatrix* (3%/qm, evtl. unter Zusatz von 1% Schmierseife als Kulturalbehandlung, jedoch nicht immer sicher)[7]), *Eriosoma lanigerum* (4%, 10—13 l auf die offengelegten Wurzeln)[8]).

Lepidoptera: *Sanninoidea exitiosa* (14—28 ccm/Baum konzentrierte Lösung, Ergebnis unsicher)[9]), *Hypopta caestrum* (0,25—0,5% in 25 cm-Gräben oder Löcher)[10]), Erdraupen (1%)[11]).

Coleoptera: *Popillia japonica* (8 ccm/l zum Tauchen der Topfballen, Essigsäurezusatz fördert die Wirkung nicht, Koniferenwurzeln geschädigt)[12]), *Melolontha melolontha* (1—2%, Ergebnisse widersprechend, in einigen Versuchen 7,5% ohne Wirkung)[13]), *Leucopholis irrorata* (ca. 9,3 l/100 lfdm töten 43%, unbefriedigend)[14]), *Elateridae* (widersprechende Ergebnisse)[15]), *Leptops hopei* (1,5—3%, 36 l/Baum, aber nur im Winter wirksam, im Sommer wirkt auch die vierfache Menge nicht ausreichend)[16]), *Vesperus strepens* an Nelken (2% gegossen)[17]).

---

[1]) Dumas s. S. 250[1]); Mouillefert, P., C. R. Ac. Sci. **79**, 1874, 2. sem. 645 u. 1184.

[2]) Leach a. Thomson s. S. 238[4]).

[3]) Molinas, E., La destr. d. paras. du sol. Progr. Agr. Vit. **31**, 1914, 374—378.

[4]) Staehelin e. Porchet s. S. 228[4]).

[5]) Molinas s. S. 265[3]).

[6]) Saunders, W. H., Inv. into insectic. f. root mealy bug a. root aphis. Ann. appl. Biol. **13**, 1926, 495.

[7]) Dumas s. S. 250[1]); Mouillefert s. S. 265[1]); Cornu e. Mouillefert s. S. 201[14]); Cauvy, B., C. R. Ac. Sci. **89**, 1879, 505; Mayet s. S. 249[17]); Girard s. S. 255[4]); Castella, F. de, Sulphocarb. of potass. a s a soil ins. Jl. Dep. agr. Vict. **12**, 1914, 423—425; Miège s. S. 158[4]); Dewitz, J., Vers. m. sulfokarb. Kali. Ber. Geisenheimer Lehranst. f. Wein-, Obst- u. Gartenb. **1914/15**, 100—101; Grassi, B., (Mod. Gesichtsp. z. Bek. d. Rebl.) Mthly. Bull. Agr. Intell. Pl. Dis. Rom. **6**, 1915, 1553—1571; Faes, H. et Staehelin, M., Le phyll. gallic. et la désinf. d. pl. d. vignes. Ann. Agr. Suisse **23**, 1922, 295—303; Faes, H., Le phyll. gallic. Prog. Agr. Vit. **88**, 1927, 400—421.

[8]) Krassiltschick, I. M. (Rep. on the work of the bioentom. stat. of Bessarabia dur. 1914). Kishinev 1915.

[9]) Peterson s. S. 246[5]).

[10]) Jean s. S. 259[8]).

[11]) Molinas s. S. 265[3]).

[12]) Leach a. Thomson s. S. 238[4]).

[13]) Molinas s. S. 265[3]); dagegen Decoppet s. S. 203[9]); Hermans s. S. 221[10]).

[14]) Lopez, A. W., Rep. Res. Bur. Philipp. Sug. Ass. **1930/31**, 227.

[15]) Molinas s. S. 265[3]); dagegen Peterson s. S. 239[1]).

[16]) French a. Hammond s. S. 263[8]).

[17]) Pussard, R., L. paras. anim. et vég. del'oeillet; l. traitm. Eclair. agr. hort. **13**, 1933, 494—500.

Diptera: *Psila rosae* (6,2 g/l in Mengen von 5,7 g/qm)[1]), *Hylemyia antiqua* (in den für *Psila* erprobten Mengen wenig wirksam)[1]).

β) Kaliumxanthogenat (-xanthat) spaltet sich vor allem in Gegenwart von sauren Salzen (oder fein gemahlenem Schwefel, der sich rasch zu Säure oxydiert)[2]), nach der Formel

$$2\ KS_2COC_2H_5 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2\ CS_2 + 2\ C_2H_5OH$$

Es wurde als allgemein wirkendes Bodeninsektizid empfohlen, über die Anwendung wird wenig berichtet: *Heterodera marioni* (22,4—44,8 g/qm gemischt mit gleicher Menge Superphosphat und 11,2 g/qm feingemahlenem Schwefel, breitwürfig gestreut und eingearbeitet, Dosis umso höher, je schwerer der Boden)[3]), *Scutigerella immaculata* (269 g/qm einer 50%igen Mischung mit Schwefel)[4]), *Popillia japonica* (0,16% dem Boden beigemischt, wirkt eine Woche nach)[5]).

10. Aliphatische Halogenverbindungen[6])

a) Chlorverbindungen

α) Das Narkotikum Chloroform ist nur wenig insektizid[7]); Wurzelballen können gegen *Rhizoecus terrestris* ohne Schädigung der Pflanzen entseucht werden[8]).

β) Tetrachlorkohlenstoff, Tetrachlormethan ($Kp = 77°C$, $p_{25°} = 114{,}5$ mm, $d_{25°} = 1{,}648$) weist eine relativ geringe Giftigkeit für Insekten auf[9]), wurde aber wegen seiner Verwandtschaft zu Schwefelkohlenstoff vielfach geprüft und wegen der geringen Flüchtigkeit und vor allem der Unentzündlichkeit an Stelle von diesem[10]) oder als Beimischung[11]) empfohlen. Sein Nachweis im Boden ist ausgearbeitet[12]). Er ist aber dem Schwefelkohlenstoff unterlegen und versagte praktisch gegen *Scutigerella immaculata* (238,5 ccm/qm)[13]), *Dactylosphaera vastatrix* (Injektion 425 g/qm[14]), *Saninnoidea exitiosa* (ähnlich unsicher wie Schwefelkohlenstoff, weniger wirksam als Dichloräthan, phytotoxisch)[15]), *Leucopholis rorida* und *Lepidiota stigma* (20 bis 40 ccm/Pflanze, nur 20—30%)[16]), *Lepidiota albohirta*[17]), *Elateridae* (900—1800 g/qm versagt!)[18]), *Othiorrhynchus ligustici* (500 g/qm injiziert, 41%)[19]).

---

[1]) Smith, K. M. a. Wadsworth, J. T., The carrot a. onion flies. Fruit grower **51**, 1921, 575 u. 616.

[2]) De Ong, E. R., Potass. xanth. as a soil fumig. Jl. Ind. Eng. Chem. **18**, 1926, 52.

[3]) Muir a. Swezey s. S. 236[2]); Tyler, Rep. Calif. agr. exp. Sta. **1927**, 72—75.

[4]) Anon., Rep. Calif. Coll. Agr. **1924/25**, 1926, 51; Michelbacher s. S. 222[1]).

[5]) Fleming s. S. 247[8]).

[6]) Betr. genereller Anwendungsregeln vgl. S. 187ff.

[7]) Tattersfield a. Roberts s. S. 194[4]); Fleming s. S. 194[3]).

[8]) Saunders s. S. 265[6]).

[9]) Tattersfield a. Roberts s. S. 194[4]); Fleming s. S. 194[3]); Thalenhorst s. S. 194[4]); Thiem s. S. 258[17]); Melander s. S. 239[2]).

[10]) Molz s. S. 253[5]); Pospielov s. S. 261[9]); Tarnani s. S. 261[9]); Melander s. S. 239[2]).

[11]) Régnier s. S. 261[9]); vgl. S. 252 u. 267.

[12]) Daroga, R. P. a. Pollard, A. G., Color. meth. f. det. of minute quant. of carb. tetrachl. a. chlorof. in air a. soil. Jl. Soc. chem. Ind. **60**, 1941, 218.

[13]) Michelbacher s. S. 222[1]).

[14]) Rübsamen, E. H., D. Bek. d. Reblauskrankh. in Preußen. Z. angew. Ent. **1**, 1914, 20—49.

[15]) Blakeslee s. S. 264[8]); Snapp, O. J. a. Thomson, J. R., Furth. exp. on the contr. of the peach borer on nurs. stock a. orch. trees. Jl. ec. Ent. **27**, 1934, 771—779.

[16]) Leefmans s. S. 220[10]).

[17]) Jarvis, E., Parad. f. comb. cane grubs. Queensland Agr. Jl. **29**, 1928, 97–107.

[18]) Hawkins s. S. 200[4]). [19]) Schwardt a. Lincoln s. S. 263[7]).

γ) Dichloräthan (Ethylenedichloride, EDC[1])

Dichloräthan (Kp = 83,5° C, $p_{25°}$ = 79,6 mm, $d_{20/4°}$ = 1,2569) hat neben guter nematozider und insektizider Wirkung den Vorteil, daß es Metall nicht korrodiert. Es wird rein[2]) oder in Gemischen mit Tetrachlorkohlenstoff (3 : 1)[3]), Dibromäthan (s. d.)[4]), Chlorpikrin (9 : 1) (Dowfume G)[5]) oder Methylbromid und Tetrachlorkohlenstoff (67 : 10 : 23)[6]) verwendet; eine für Pflanzen besonders schonende Anwendungsform ist ein Gemisch mit grobkörnigem Superphosphat (1 : 7 Gew.-T.)[7]).

Häufiger wurden Emulsionen von Dichloräthan verwendet. Als Stammlösungen werden z. B. empfohlen 975 T. Dichloräthan (oder ein Gemisch von 815 T. Dichlor und 160 T. Dibromäthan) und 25 T. Emulgator (Tween 20 Polyalkylenderivat des Monosorbitlaurats)[8]) oder 9 T. Dichloräthan, 1 T. Kalifischölseife und 8 T. Wasser (50%ige Emulsion)[9]) oder 9 T. Dichloräthan und 1 T. Kalifischölseife[10]) oder 50 Gew% Dichloräthan, 1,5% KOH, 14% Alkohol, 7,5% Ölsäure und 6% Wasser[11]). Die Emulsionen müssen vor Gebrauch gründlich durchgemischt werden, da sie besonders bei Kälte leicht entmischen und dann phytotoxisch wirken[12]); Herstellung mit Hilfe von Emulgierpumpen wird empfohlen[13]).

Dichloräthan wird als Injektions- (10—12,5 cm tief, 25 cm Abstand; 15 ccm Dichloräthan, oder 5—10 ccm Dichloräthan-Chlorpikrin-Mischung), Gieß- oder

---

[1]) Die englische Bezeichnung dieser Verbindung ($CH_2Cl — CH_2Cl$) kann leicht zur Verwechslung mit Dichloräthylen (engl. dichloroethen) ($ClCH = CHCl$) Anlaß geben!

[2]) Smith, E. H., The status of peach tree borer contr. in N. Y. state. Proc. N. Y. hort. soc. **87**, 1942, 170—172; Snapp, O. J., The peach borer how to prev. or lessen ravages. U. S. Dept. Agr. Farm. Bull. **1246**; Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]).

[3]) Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]).

[4]) Mason, A. C. a. Chisholm, R. D., Ethyl. dibr. as a fumig. f. th. jap. beetle. Jl. ec. Ent. **38**, 1945, 717—718.

[5]) Walker a. Anderson s. S. 264[6]); Mason, A., Chisholm, R. D. a. Burgess, E. D., Etyl. dichl. treatm. f. the immature stages of jap. beetle. Jl. ec. Ent. **36**, 1943, 734—737.

[6]) English, L., Ethylendichl.-Tetrachlormethan-Methylbr. mixt. to kill. nema. in potting soil. Jl. ec. Ent. **37**, 1944, 317; Hammond, G. H., *Phylloph.* sp. contr. w. volat. soil fumig. Progr. rep. Entom. Soc. Ontario Ann. Rep. **1946**, 14—19.

[7]) Steiner, H. M., ED-CSP (Ethyl. dichl. gran. Sup. phosph.) safe peach borer treatm. . . . Pennsylv. agr. exp. Sta. Suppl. Bull. **480**, 1946, 6—7.

[8]) Chisholm, R. D., Koblitzky, L., Mason, A. C. a. Gules, L. W., An aqueous sol. of $C_2H_4Cl_2$ f. fumig of jap. beetle larvae in soil. U. S. Dept. Agr. B. E. P. Q. **694**, 1946; Gambrell, F. L. a. Mason, A. C., Insectic. a. phytotox. properities of pl. dips us. to contr. t. Europ. chafer. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 258—263.

[9]) Anon., Ill. agr. exp. Sta. Circ. **623**, 1948.

[10]) Snapp, O. I. a. Thomson, J. R., Exp. w. new materials to contr. peach borer. Jl. ec. Ent. **29**, 1936, 1088.

[11]) Anon., Serv. a. reg. announc. July/Sept. 1942, S. R. A. B. E. P. Q. **152**, 1942, 49—70; vgl. auch Wheeler, E. H., Insectic. f. peach borer contr. N. Y. agr. exp. Sta. Bull. **703**, 1943, 62—63.

[12]) Bobb, M. L., Ethyl. dichl. emuls. a. paradichl. benz. cryst. on peach tree borer contr. Virg. agr. exp. Sta. Bull. **347**, 1943.

[13]) Snapp, O. I., Rec. exp. with ethyl. dichl. emuls. f. peach borer contr. Journ. ec. Ent. **31**, 1938, 725; ders., Propyl. dichl. f. peach borer contr. Jl. ec. Ent. **36**,

Streumittel, gegen Aegeriidenlarven im Ringverfahren[1]) angewendet. Bei letzterem wird mit Boden bedeckt, das Aufwerfen eines Walles ist nicht unbedingt nötig[2]), wird aber empfohlen[2]); die Wälle brauchen aber nicht wie bei p-Dichlorbenzol nach einer bestimmten Zeit entfernt zu werden[3]). Die Dosierung richtet sich nach dem Alter der Bäume[4]).

Für einjährige Pfirsichbäume werden 70 ccm 7,5%ige Emulsion, für zweijährige die gleiche Menge oder 142 ccm 15%ige Emulsion, für dreijährige 142—285 ccm 15%ige Emulsion empfohlen. Ältere Bäume werden mit 142 bis 285 ccm 20%iger Emulsion oder mit 142 ccm 25%iger erfolgreich behandelt, jedoch lassen sich die Gaben in manchen Fällen auch auf 224 ccm 10—20%iger Emulsion ermäßigen[5]).

Infolge der geringen Temperaturabhängigkeit der Wirkung ist p-Dichlorbenzol überlegen, da es bei tiefen Temperaturen größere Wirkung entfaltet[6]); es ist daher vor allem für Spätherbstbehandlung zu empfehlen und überhaupt bei mittleren, nicht extremen Bedingungen, dagegen weniger bei hohen Temperaturen und bei Frost[7]). Auf zu feuchten Böden ist es nicht anzuwenden, vor allem im Spätjahr[8]). Die Bodenart hat weniger Einfluß, wenn auch auf schweren Böden die Gefahr der Pflanzenbeschädigung etwas größer ist; auf letzteren sind daher geringere Konzentrationen anzuwenden[9])!

Für die Pflanzen ist Dichloräthan nicht ungefährlich. Direkte Berührung der Stämme muß vermieden werden[10]); unter bestimmten Boden- und Wetterbedingungen ist die Gefährdung durch Überdosierung und abnorme Witterung unterschiedlich, so daß das Mittel für manche Gegenden mehr, für andere weniger vorteilhaft ist[11]). Junge Pflanzen sind besonders empfindlich, werden

---

1943, 765—768; ders., Propyl. dichl. f. peach borer contr. 2. Rep. Jl. ec. Ent. **38**, 1945, 419—422; ders., Ins. pests of the peach in the eastern States. U. S. Dept. agr. Farm. Bull. **1861**, 1941; Howard, Weigel, Smith a. Steiner s. S. 210[10]).

[1]) s. S. 290.

[2]) Snapp, O. I., Further stud. w. ethyl. dichl. emuls. f. the contr. of the peach borer. Jl. ec. Ent. **32**, 1939, 683.

[3]) Chandler, S. C., Mounding peach trees foll. applic. of ethyl. dichl. emuls. and of paradichl. benz. cryst. Jl. ec. Ent. **33**, 1940, 199; Smith, E. H., s. S. 267[2]); Smith, C. F., Exp. w. th. peach tree borer in N. Carol. Jl. ec. Ent. **36**, 1943, 215—218; Townsend, J. F., Conn. agr. exp. Sta. Bull. **501**, 1946, 81—83.

[4]) Snapp s. S. 267[13]); Smith s. S. 267[2]); Bobb s. S. 267[12]); Neiswander, R. B., The peach tree borer. Proc. Ohio Hort. Soc. **77**, 1944, 29—32; Townsend s. S. 268[3]; Smith, C. F. a. Weerhoff, O., Ethyl. dichlor. inj. to peach. Jl. ec. Ent. **40**, 1947, 588—591. u. a.

[5]) Smith, C. F., Reduced conc. of ethyl. dichl. f. peach tree borer contr. Jl. ec. Ent. **38**, 1945, 500—501.

[6]) Smith, C. F. s. S. 268[5]); Rice, P. L. a. Mac Creary, D., Peach borer contr. in Delaware. Del. agr. exp. Sta. Bull. **261**, 1946; Snapp s. S. 267[2]); Neiswander s. S. 268[4]).

[7]) Bobb s. S. 267[12]).

[8]) Bobb s. S. 267[12]); Snapp, O. J. a. Cullinan, F. P., The effects on peach trees of ethyl. dichl. used. f. contr. of peach borer. Jl. ec. Ent. **37**, 1944, 47—51.

[9]) Snapp a. Cullinan s. S. 268[8]).

[10]) Snapp s. S. 267[13]); Smith a. Weerhoff s. S. 268[4]) u. a. m.

[11]) Worthley, H. N. a. Steiner, H. M., Inj. fr. peach borer treatm. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 102.

daher mit geringeren Konzentrationen behandelt (s. o.). Geschwächte Bäume, z. B. nach starkem Rückschnitt infolge von Frostschäden, sind empfindlicher als gleichaltrige, normale[1]).

Die fungizide Wirkung scheint gering zu sein. *Sclerotium rolfsii* (unwirksam)[2]), *Omphalia* sp. (8,2 ccm/qm unzureichend)[3]), *Fusarium* sp. (unwirksam)[4]).

Die nematozide Wirkung ist mäßig: *Heterodera marioni* (195—292 g/qm $C_2H_4Cl_2$ bzw. 150—206 g/qm $C_2H_4Cl_2$ + Chlorpikrin besonders für Kompost[5]) bzw. für Topferde C_3H_4 Cl_2-CH_3Br-C Cl_4[6]), durch neuere Mittel überholt)[7]). Gegen die durch *Tylenchus semipenetrans* und *Fusarium* sp. bewirkte Citrusmüdigkeit wirkten 20 ccm/11,2 l Boden[8]).

Über die insektizide Wirkung liegen folgende Angaben vor:

Lepidoptera: *Sanninoidea exitiosa* (30–60 ccm/je nach Alter; besser ist die Anwendung von Emulsion in den oben angeführten Staffelungen nach dem Alter der Bäume oder gestreut, gemischt mit Dünger (s. o.)[9]), *S. opalescens* (Dichloräthan ist gegen diese Art weniger wirksam als gegen die vorige, aber bei tieferen Temperaturen ein brauchbarer Ersatz für p-Dichlorbenzol, 237—356 ccm/Baum, 25%ige Emulsion)[10]), *Prionus californicus* (948 ccm/Baum, 4%ige Emulsion)[11]).

Coleoptera: *Popillia japonica* (in Topfpflanzenerde mit Tetrachlorkohlenstoff vermischt 3:1, 25,8 g/cbm bei 20—26° C, ca. 15° C die doppelte Menge; Emulsion verdünnt 1:10—1:6[12]) oder als Dibromäthanmischemulsion [s. d.]), *Lepidiota albohirta* (schlechter als Schwefelkohlenstoff)[13]), *Amphimallon majalis* (Pflanzenballen 10 Sekunden in 0,6—1,2% eintauchen)[14]).

Hymenoptera: *Tetramorium caespitum* (mit CCl_4 3 : 1, für Pflanzen aber tötlich)[15]).

---

[1]) Bailey, J. S. a. Bourne, A. J., An anusual type of ethyl. dichl. injury in peach. Jl. ec. Ent. **36**, 1943, 470—471.

[2]) Davey a. Leach s. S. 194[1]).

[3]) Bliss s. S. 256[4]).

[4]) Stark a. Lear s. S. 179[1]).

[5]) Godfrey a. Young s. S. 205[8]); Stark a. Lear s. S. 179[1]); Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]).

[6]) Stark a. Lear s. S. 179[1]); Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]).

[7]) English s. S. 267[6]).

[8]) Martin s. S. 257[3]).

[9]) Snapp a. Thomson s. S. 267[10]); Snapp s. S. 267[13]) u. S. 268[2]); Chandler s. S. 268[3]); Smith, E. H., s. S. 267[2]); Wortley a. Steiner s. S. 268[10]); Bobb s. S. 267[12]); Bailey a. Bourne s. S. 269[1]); Wheeler s. S. 267[11]); Smith, C. F. s. S. 268[3]) u. S. 268[5]); Neiswander s. S. 268[4]); Snapp a. Cullinan s. S. 268[8]); Steiner s. S. 267[6]); Townsend s. S. 268[3]); Smith a. Weerhoff s. S. 268[4]).

[10]) Jones, S. C., Ethyl. dichl. seems to contr. prune borer. Better fruit **34**, (9), 1940, 7; Smith s. S. 268[3]); Michelbacher, A. E. a. Smith, R. F., Exp. f. contr. the west. peach borer Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 393—398.

[11]) Eyer, L. R., Life hist. a. contr. of the giant apple root borer. N. Mex. agr. exp. Sta. Bull. **295**, 1942.

[12]) Anon. s. S. 267[11]); Mason, Chisholm a. Burgess s. S. 267[5]); Smith s. S. 220[8]); Annand, P. W., Rep. Chief. Bur. Ent. Pl. Quar. U.S.Dept. Agr. Rep. **1945/46**.

[13]) Bell s. S. 253[3]).

[14]) Gambrell s. S. 221[14]); Gambrell a. Mason s. S. 267[3]).

[15]) Walker a. Anderson s. S. 264[6]).

Unwirksam erwies sich Dichloräthan gegen *Frankliniella vaccinii*[1]), *Taeniothrips gladioli*[2]), *Anuraphis persicae niger*[3]).

δ) Polychloräthane

Trichloräthan ist wirksam gegen *Heterodera marioni*[4]), *Ripersia* und *Pemphigus*-Wurzelläuse (1%ige Lösung gegossen, ohne Schädigung der Bäume)[5]) und *Hylemyia antiqua*[6]).

Tetrachloräthan (Kp = 146° C) ist für die Pflanzen gefährlich, noch 3 Monate nach der Behandlung hemmt der Boden die Entwicklung[7]). Es wird zur Bekämpfung tiefwurzelnder Unkräuter im Herbst empfohlen (56 g Injektionen in 45 cm Tiefe und Abstand[8]); es wirkt fungizid gegen *Phymatotrichum omnivorum* (500—1000 ccm; Injektionen 15 cm tief, in 15 cm Abstand[8]), jedoch neuerdings nicht mehr empfohlen). *Sclerotium rolfsii* (die Sklerotien werden nur im feuchten Zustand durch den Dampf binnen 24 Stunden abgetötet, im trockenen und leicht angefeuchteten keine Wirkung)[9]). Als Nematozid wird es gegen *Heterodera marioni* (22,4 g/qm)[10]) verwendet, gegen *H. schachtii* wirkt es (3% Ergetangallerte gegossen) ungenügend[11]).

Als Insektizid wirkt es gegen *Gryllotalpa gryllotalpa* (40 g/qm injiziert)[12]), *Rhizoecus terrestris*, *Ripersia* und *Pemphigus* (1%ige Lösung gegossen)[13]), *Sanninoidea exitiosa* (28 g Baum einer Mischung von 45% Tetrachloräthan und 55% Tabakstaub, u. U. Bäume gefährdet)[14]), Drahtwürmer[15]), *Prionus californicus* (1,02 g Tetrachloräthan und 2,03 g Seife, 0,13 l/cbm)[16]), *Rhagoletis cerasi* (Puppen, 1—3%ige Emulsion 10 l/qm, vor allem zur Vernichtung unter *Lonicera*, da nicht ganz unschädlich für die Bäume[17]). Gegen *Dactylosphaera vastatrix*[18]), *Psila rosae* und *Hylemyia antiqua* (5% an Kalk adsorbiert)[19]) versagte Tetrachloräthan.

---

[1]) Lathrop, F. H., The blueberry thrips. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 198—201.

[2]) Richardson, H. H. a. Nelson, R. H., Field contr. of the gladiolus thrips *Taen. glad.* M & S. Jl. ec. Ent. **26**, 1933, 546.

[3]) Chandler, S. C., Contr. of black peach aphis. Jl. ec. Ent. **33**, 1940, 204.

[4]) Christie, J. R., Some prel. tests to det. the effic. of cert. subst., when used as soil fumig. to contr. the root knot nema., *Het. mar.* Proc. Helminthol. Soc. Wash. **12**, 1945, 14—19.

[5]) Saunders s. S. 265[6]). [6]) McLeod s. S. 213[10]).

[7]) Vgl. Schwaebel, Vers. ü. Bodendesinf. m. Schwefelk., Dichloräthylen, Trichloräthylen u. Tetrachl. Centr.bl. Bakt. II. **60**, 1923, 316—318 u. a.; Bakke, A. L., The use of tetrachloreth. in the eradic of Europ. bindweed. Jl. Am. Soc. Agron. **33**, 1941, 759—762; Anon. s. S. 234[15]).

[8]) Ezekiel a. Taubenhaus s. S. 234[13]); dies., Field trials of Pentachloroethane, Tetrachl. a. Xylol as aff. *Phym.* root rot a. host plants. Phytopath. **25**, 1935, 16; Ezekiel s. S. 193[3]); ders., Tests w. pentachlorethane, tetrachl. a. xylol to det. the eff. in erad. of *Phymat.* root rot. Jl. agr. Res. **56**, 1938, 579—593.

[9]) Davey a. Leach s. S. 194[1]). [10]) Godfrey a. Young s. S. 205[8]).

[11]) Baunacke s. S. 196[3]).

[12]) Feytaud, J., Rapp. somm. s. l. trav. accomplis dans les lab. en 1932. Ann. epiphyt. **19**, 1933, 1—46.

[13]) Saunders s. S. 265[6]). [14]) Peterson s. S. 246[5]).

[15]) Parker, T., The use of tetrachl. f. comm. glash. fumig. Ann. appl. Biol. **15**, 1928, 251.

[16]) Anon. s. S. 222[3]).

[17]) Thiem s. S. 200[15]); ders., Richtl. z. Vernichtg. d. Puppen d. Kirschfl. d. Beh. d. Bodens. Nachr.bl. Dtsch. Pfl.schutzd. **15**, 1935, 8—9.

[18]) Börner u. Thiem s. S. 258[18]). [19]) Smith, 1925, s. S. 211[1]).

Pentachloräthan verhält sich gegen *Phymatotrichum omnivorum*[1]) und *Sclerotium rolfsii*[2]) wie die Tetrachlorverbindung.

Hexachloräthan ist gegen *Melolontha*-Engerlinge ebenso giftig wie Paradichlorbenzol, versagt aber im Boden[3]). In Topfversuchen wirkte es (555 g/qm) gegen Puppen von *Rhagoletis cerasi*[4]).

ε) 1,2-Dichlorpropan (Propylene dichloride)

Diese Verbindung (Kp = 96,4° C, $d_{20/20}$ = 1,150) ist Bestandteil der „DD"-Mittel, sie ist weder nematozid noch fungizid[5]), gegenüber *Lepidiota albohirta* weniger giftig als Schwefelkohlenstoff, bewährt sich aber gegen *Sanninoidea exitiosa* in ähnlicher Anwendungsform wie Dichloräthan[6]). Gegenüber diesem und p-Dichlorbenzol werden ihm auf Grund von Versuchen auf verschiedenen Böden folgende Vorteile nachgesagt: Billigkeit, stärkere Wirkung, insbesondere auch auf tieferliegende Larven, leichte Anwendbarkeit und geringere Gefährdung der Bäume. Es ist auch bei niedrigen Temperaturen wirksam und kann daher im Spätherbst und Frühjahr, jedoch in etwas geringeren Dosen verwendet werden.

Die Stammemulsion wird hergestellt aus 8 Vol.-T. Wirkstoff, 1 Vol.-T. neutrale Kalifischölseife (30% Trockensubstanz) und 7 Vol.-T. Wasser. Bei Entmischung muß durch Rühren oder Umpumpen die Emulsion vor der Verwendung wieder hergestellt werden. Zur Anwendung gelangen an einjährigen Bäumen 60 ccm 5%ige Emulsion, an zweijährigen 118 ccm 7,5%ige, an dreijährigen 257 ccm 7,5%ige und an älteren 257 ccm 10%ige. Die Vorbereitung des Bodens um den Stammgrund ist einfacher als bei den anderen Mitteln; es muß nur Sorge getragen werden, daß alle Bohrlöcher durch die Dämpfe erreicht und Stamm und Wurzel vor direkter Berührung mit dem Mittel durch Bodenrisse bewahrt werden. Abdecken mit lockerem Boden ist empfehlenswert; auf nassem Boden kann es leicht auch in der richtigen Dosierung gefährlich werden. Während der Arbeit ist von Zeit zu Zeit das Mittel auf Entmischung zu prüfen[7]). Gegen *Chortophila brassicae* versagte es[8]).

ζ) Dichlorpropan-Dichlorpropylen-Mischung (DD)

Dies zwischen 95° und 150° C siedende, dunkelgefärbte, übelriechende Gemisch (d = ca. 1,2) chlorierter Kohlenwasserstoffe fällt im Zuge chemischer Kunststoffsynthesen als Nebenprodukt an. Es besteht aus etwa 50% 1,3 Dichlorpropylen (Dichlorpropene), ca. 25% 1,2 Dichlorpropan und ca. 25% anderen, höheren Chlorierungsprodukten und Kohlenwasserstoffen. Das Dichlorpropylen (Kp = 107—109° C, d_{25} = 1,219) ist Hauptträger der guten nematoziden und insektiziden Wirkung, jedoch wirkt das Dichlorpropan (und vielleicht auch andere Bestandteile) synergistisch[9]). DD ist angenehmer zu handhaben und

---

[1]) Ezekiel a. Taubenhaus s. S. 270[8]); Ezekiel s. S. 193[3]) u. 270[8]).
[2]) Davey a. Leach s. S. 194[1]).
[3]) Thalenhorst s. S. 194[4]). [4]) Thiem s. S. 200[15]).
[5]) Lange s. S. 188[2]); Zentmyer a. Kendrick s. S. 197[6]). [6]) Bell s. S. 253[3]).
[7]) Snapp 1945 s. S. 267[13]); ders., Contr. the peachtree borer with propylene dichl. emul. U. S. Dept. Agr. B. E. P. Q. E. **676**, 1945.
[8]) Crowell, H. H., Morrison, H. E., Crumb, S. E. jr. a. Lauderdale, R. W., Cabb. magg. contr. by the use of benz. hexachl. in the soil. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 362—365.
[9]) Carter, W., A promising new soil amendment and disinfectant. Sci. **97**, 1943, 383—384; ders., The use of DD mixture ag. *Anom.* a. *Adoretus* inf. nurs. stock. Jl. ec. Ent. **37**, 1944, 117—118; ders., Soil treatm. w. spec. ref. to fumig. with DD. Jl. ec. Ent. **38**, 1945, 35—44; Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Christie s. S. 188[2]).

billiger als Chlorpikrin. Im Handel sind Shell DD und Dowfume N. Nachteile sind: 1. Giftigkeit für den Menschen (brechreizerregend! Scharfes Hautgift!), unangenehmer Geruch, 2. Schädlichkeit für die Pflanzen, 3. stark korrodierende Wirkung auf Metallgeräte, die daher nach der Benutzung sofort mit Benzin oder Leichtöl gründlich gewaschen und mit einem Korrosionsschutz versehen werden müssen, 4. ein gewisses Lösungsvermögen für Kautschuk, so daß Natur- und Kunstkautschuk bei Geräten nicht angewendet werden kann, und 5. der auf bestimmte Organismen begrenzte Wirkungsbereich (s. u.). Als Anwendungsform kommt in Frage: Entseuchung von Boden in geschlossenen Trommeln (4 Tage, 75 g/cbm), Injektionsverfahren (s. u.) und Eindrillen (s. u.).

Injiziert[1]) werden im allgemeinen je 4—5 ccm in 30 cm Abstand; zur örtlichen Entseuchung genügen für Wassermelonen 2—3 ccm je Pflanzstelle, für Obstbäume Injektionen von je 3 ccm in 42 cm Abstand innerhalb eines Kreises von 180 cm Durchmesser. Spezialinjektoren sind im Handel. DD kann auch in emulgierter Form (mit Wetsit, 1:5–5,5 l/qm) angewendet werden[2]), wenn mit der gleichen Menge Wasser nachgegossen wird.

Zur Flächenentseuchung wird in 30—38 cm Abstand 22,4—44,8 g/qm eingedrillt, wozu motorisierte Spezialgeräte zur Verfügung stehen; in besonders schwierigen Fällen werden 45—56 g/qm angewendet. Auf schweren Böden wird die obere, auf leichten die untere Dosierungsgrenze bevorzugt[3]). Zum Schutze weit gepflanzter Bestände genügt die Anlage einer Drillspur in der vorgesehenen Pflanzenreihe.

Gewächshausbeete können behandelt werden, ohne daß die ganze Abteilung geräumt werden muß. Es ist ein Schutzabstand von 75 cm von den lebenden Pflanzen zu wahren. Abdichtung des Bodens nach der Behandlung ist nicht unbedingt erforderlich, aber doch nützlich. Die Ausbreitung im Boden verläuft etwas langsamer als bei Chlorpikrin[4]); sie ist in Sandböden wesentlich besser als in lehmigen und humusreichen Böden[5]).

Die Wirkung dieses Gemisches ist relativ wenig temperaturabhängig (4,5° bis 29,5° C, die Bodentemperatur soll aber in 20 cm Tiefe möglichst über 10° C, bei Gewächshausentseuchungen möglichst über 21° C zeigen[6]).

Die Verdampfung erfolgt vor allem bei Temperaturen unter 16° C ziemlich langsam und kann durch Bearbeitung gefördert werden. In Trommeln entseuchter Boden soll mehrmals umgesetzt werden: es ist nicht unbedingt nötig, mit der Bestellung zu warten, bis der Geruch des Mittels völlig verschwunden ist, jedoch sind entsprechende Schutzfristen genau einzuhalten; als solche werden nach einer Gabe von 22,4 g/qm bei einer Temperatur über 16° C empfohlen: mindestens 5 Tage für Salat und Bohnen, mindestens 10 Tage

---

[1]) Christie s. S. 188[2]); Newhall, A. G., Volat. soil fumig. f. pl. dis. contr. Soil Sci. **61**, 1946, 67—81; Newhall a. Lear s. S. 177[1]) u. a.

[2]) Jack s. S. 261[2]).

[3]) Mac Farlane, J. S. a. Matsuura, M., The effectiviness of DD as soil fumig. in Hawaii. Phytopath. **37**, 1947, 39—48.

[4]) Schmidt s. S. 180[1]); Cook s. S. 180[4]). [5]) Allen a. Raski s. S. 180[5]).

[6]) Christie s. S. 188[2]); Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Newhall s. S. 272[1]); Parris, G. K., The nematoc. a. fungic. value of DD mixt. f. wirew. contr. Phytopath. **35**, 1945, 771 u. a.

für Gurken und Mais, mindestens 15 Tage für Pflanzgemüse und in allen ungeklärten Fällen, 3 Wochen für das Pflanzen von Bäumen und Sträuchern, wobei 3 Tage vor dem Pflanzen der Boden zu graben oder mit der Scheibenegge zu lockern ist. Bei stärkeren Gaben erhöht sich die Schutzfrist für je 11,2 g/qm zusätzliche Gabe um je eine Woche. Für Zuckerrübe wird nach einer Gabe von 27,0 g/qm eine Wartezeit von 8 Tagen angeraten. Buschbohnen sind empfindlicher als Tomaten[1]). Bei Bodentemperaturen unter 16° C ist in allen Fällen eine Schutzfrist von mindestens 3 Wochen einzuhalten. Es ist daher zweckmäßig, für die Frühjahrsbestellung bestimmte Felder bereits im Herbst, solange der Boden noch warm ist, zu behandeln. Die Bekämpfungswirkung hält sicher 5 Monate, nach einigen Angaben sogar mehrere Jahre vor, wenn keine besondere zusätzliche Verseuchung eintritt. Die Nitratbakterien werden durch die Behandlung günstig beeinflußt[2]).

Die herbizide Wirkung ist zweifelhaft. Ein großer Teil der gerade im Keimungsstadium befindlichen Unkrautsamen kann in feuchtem Boden abgetötet werden[3]). Das „big vein" Virus des Salats wird durch Bodenbehandlung (12,2 g/l Boden) ausgeschaltet[4]).

Die bakterizide und fungizide Wirkung ist ohne Überdosierung gering[5]); in einigen Fällen wurde eine solche beobachtet: *Bacterium solanacearum*[6]), *Pythium* spp. (138 ccm/qm)[7]), *Phytophthora cinnamomi* (5,6 ccm/qm)[8]), *Fusarium* spp.[8]), *Thielavia basicola*[9]), *Verticillium* spp.[10]), Wurzelfäule von Limabohnen (*Rhizoctonia, Thielavia, Fusarium*; 33 ccm/qm)[11]), *Sclerotium rolfsii*[12]). *Rhizoctonia solani* erwies sich im Laboratorium als widerstandsfähiger als *Fusarium* und *Thielavia*[13]).

Die nematozide Wirkung der Dichlorpropan-Dichlorpropylenmischung ist sehr gut (s. u.), insbesondere wird auch *Heterodera marioni* in den Gallen erfaßt[14]). Im einzelnen gilt folgendes:

---

[1]) Clayton, C. N. a. Ellis, D. E., Soil treatm. w. chlorp., DD a. Uramon f. contr. of t. root rot nema. Phytopath. **39**, 1949, 583—589.

[2]) Tam, R. K., T. comp. eff. of a 50—50 mixt. of 1,3 dichl. propane a. 1,2 dichl. propene a. of chlorop. on nitrif. in soil a. on t. growth of t. pineapplepl. Soil Sci. **59**, 1945, 191—205.

[3]) Newhall a. Lear s. S. 177[1]).

[4]) Allen s. S. 171[4]).

[5]) Parris s. S. 272[6]); Newhall s. S. 272[1]); McClellan, Christie a. Horn s. S. 181[7]); Schmitz s. S. 180[1]); Zentmyer a. Kendrick s. S. 197[6]).

[6]) McFarlane a. Matsuura s. S. 272[3]).

[7]) Carter s. S. 271[10]); Jacks s. S. 232[1]); Anon., N. Z. Dep. Sci. Ind. Res. Rep. **19**, 1945.

[8]) Zentmyer, G. A. a. Klotz, L. J., Soil fumig. f. contr. *Phyt.* root rots. Phytopath. **39**, 1949, 26—27; Zentmyer a. Kendrick s. S. 197[6]).

[9]) Zentmyer a. Kendrick s. S. 197[6]).

[10]) Jacks, H., Soil disinf. I. Prel. rep. on eelw. contr. N. Z. Jl. **26** A, 1942, 347; ders., s. S. 261[2]).

[11]) Middleton, J. T., Stone, M. W. a. Kendrick jr., J. B., Incid. of lima bean root rot in soils treat. w. fumig. a. insectic. f. contr. of wirew. Phytopath. **39**, 1949, 813—821.

[12]) Clayton, E. E., Gaines, J. G., Graham, T. W. a. Todd, F. A., Soil treatm. w. chem. f. t. contr. of tob. par. Phytopath. **39**, 1949, 4—5.

[13]) Zentmyer a. Kendrick s. S. 197[6]).

[14]) Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]); Stark a. Lear s. S. 179[1]).

Heterodera marioni (22,4–78,0 g/qm, meist 22,4–44,8 g/qm)[1]), *H. schachtii* (an Rüben, 28 g/qm[1]); 7 ccm/lfdm sollen nur eine Lähmung und keine Abtötung der Larven bedingen)[2]), *H. rostochiensis* (28 g/qm zweimal in Abständen von einem Monat, oft ungenügend[3]), Wiesennematoden (22,4 g/qm unzureichend, da nach 3 Monaten wieder Schäden auftreten, 45—67 g/qm besser wirksam als Dibromäthan in gleicher Menge[4]), andere Nematoden[5]), Citrusmüdigkeit durch *Tylenchus semipenetrans* und *Fusarium* sp. (8 mg/11,2 l Boden)[6]). Bei der durch *Pythium* sp., *Fusarium* sp. u. a. Pilzen zusammen mit *Pratylenchus pratensis* bedingten Wurzelbraunfäule des Tabaks schafft DD eine gewisse Erleichterung[7]). Lumbriciden sollen nicht geschädigt werden[8]).

Auch die insektizide Wirkung des Mittels ist gut, vor allem gegen Drahtwürmer. Die Aufwandmengen hängen offenbar weitgehend von den Bodenverhältnissen und dem Zustand der Tiere, bzw. davon ab, ob sich diese in den höheren oder tieferen Bodenschichten befinden. Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Coleoptera: Scarabaeidae: *Phyllophaga* (*Anomala*) sp. (22,4 g/qm Injektion, 55–100% je nach Stadium; auch Mischung mit gleichen Teilen Dibromäthan, 100%[9]); die Schäden an Ananas etwas geringer als durch Chlorpikrin), *Adoretus* sp. (um Baumschulpflanzen gegossen; in 0,5—2%iger Emulsion (60 ccm DD, 40 ccm Dunlob, 5 g Bentonit, 100 ccm H_2O); auch für Topferde, jedoch schwere Pflanzenschäden, außer in stärkerer Verdünnung)[10]), *Odontria zealandica* (8–15 ccm/cbm oder Gießen

---

[1]) Carter s. S. 271[10]); Pinckard, J. A., Soil fumig. effect. against root knot a. meadow nema. Seed World **54**, 1943, 12—14; McFarlane a. Matsuura s. S. 272[3]); Allen, M. W., Contr. of root nema. w. DD mixt. a. chlorop. Calif. agr. exp. Sta. Circ. **365**, 1946, 62—65; Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]); Jacks, H., Soil disinf. III. Chem. treatm. f. eelworm contr. N. Z. Jl. Sci. Techn. **27A**, 1945, 93; Stark a. Lear s. S. 179[1]); Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Dorman, S. C. a. Minges, P. A., Contr. of root knot nema. in veg. pl. beds. Am. Soc. Hort. Sci. **50**, 1947, 317—320; Christie s. S. 188[2]); Kincaid, R. R. a. Volk, G. M., Soil fumig. f. cigar wrapper tob. in Florid. Phytopathol. **39**, 1949, 11; Smith, A. L. s. S. 288[7]); McClellan, Christie a. Horn s. S. 181[7]); Clayton a. Ellis s. S. 273[1]); Ellis, D. E., Clayton, C. N. a. Owens, R. G., Eff. of soil treatm. w. Uramon a. cert. fumig. up. plant growth a. incid. of root knot. Phytopathol. **39**, 1949, 590—597.

[2]) Thorne, G. a. Jensen, V., A prel. rep. on the contr. of sugar beet nema. w. two chem. DD a. Dow Fume W 15. Proc. Am. Soc. Sug. beet Techn. **1946**, 1947, 332—336; Fletcher, H. S., Sugar beet nema. contr. in Ontario. Proc. Am. Soc. Sug. Beet. Techn. **4**, 1947, 413—425; Newhall s. S. 272[1]).

[3]) Martin, G. C., DD as a means of contr. *Het. rostoch.* Nature **160**, 1947, 720; Chitwood a. Buhrer s. S. 257[2]); Popham, W. L., Use of chemic. to contr. gold. nema. Agric. Chem. **2**, 1947, 30—33; Anon., Gold. nema. of potat. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Pl. Quar. Sep. 1946; Oostenbrink, M., H. aardappelaaltje (*Het. rostoch.* Wwr.) e. gevaarl. paras. v. d. eenz. aardap. cult. Wageningen 1950; Peters, B. G. a. Fenwick, D. W., Field trials w. DD mixt. ag. pot. root eelw. Ann. appl. Biol. **36**, 1949, 364—382.

[4]) Clayton, Gaines, Graham a. Todd s. S. 273[12]); Owens, R. G. a. Ellis, D. E., T. effic. of cert. chem. soil treat. meadow nema. Phytopathol. **41**, 1951, 123—126.

[5]) Newhall a. Lear s. S. 171[1]); Batista, A. Ch. e. Carnaro, H., DD come nematoc. para hortic. Bol. Soc. Agr. Ind. Com. (Pernambuco) **14**, 1947, 147—157; Pinckard s. S. 274[1]) u. a. [6]) Martin s. S. 274[3]).

[7]) Jenkins, W. A., Root rot dis. compl. of tob. in Virginia I. Br. root rot Phytopath. **38**, 1948, 528—541.

[8]) Lange s. S. 188[2]).

[9]) Carter s. S. 271[10]); Hammond s. S. 267[6]). [10]) Carter s. S. 271[10]).

mit Emulsion (1:5—4,1 l/qm), jedoch weniger wirksam als Injektion (2 ccm/qm)[1]), wirkt im 2. Jahr noch nach; auch gegen andere Arten sowie gegen Tausendfüßler wirksam).

Elateridae: Drahtwürmer verschiedener Art (22,4—66,8 g/qm, meist 44,8 g/qm[2]); bei Vorentseuchung im Herbst für Salat Beigabe von 3,9—7,8 g/qm wasserfreiem Ammoniak in manchen Fällen günstig[3]); meist Injektionsverfahren s. o.; seltener Gießen mit einer Emulsion – 0,067–0,27 ccm/l hergestellt aus einer Mischung von Dichlorpropan-Dichlorpropylen mit mischbarem Öl 24:1 – 948 ccm je 20 cm Topf bzw. 3,45 l/qm[4]).

Diptera: *Hylemyia cilicrura*[5]).

η) Dichlorbutylen (Dichlorbutene) erwies sich als sehr wirksames Mittel gegen *Heterodera rostochiensis* und *H. marioni* (3,2 ccm, 10 cm tief in 25 cm Abstand injiziert); der Stoff bleibt im Boden länger wirksam als DD, und diffundiert weniger weit[6]).

Dichloräthyläther

Als Insektizid kommt nur der β,β'Dichloräthyläther (Kp = 178,5° C, p_{20} = 1,2 mm) in Betracht[7]); er wirkt wahrscheinlich als Kontaktgift auf die Bodeninsekten und wird, meist in Dosen von 14—100 g/qm, in Form von verdünnten Lösungen oder Emulsionen (9 T. Wirkstoff, 1 T. Seife, 9 T. Wasser), als Gießmittel (1,5—4,5%) (mit Vorsicht!) angewendet[8]). Auf festem oder grasbestandenem Boden ist die Tiefenwirkung nicht groß, der Erfolg ist durch die Bodenart mitbestimmt; die seitliche Wirkung ist begrenzter als die anderer Mittel. Nachteilig ist der hohe Preis der Verbindung.

In niedrigen Konzentrationen ist sie relativ unschädlich für Pflanzen [Grünland[9]), Kohlgemüse[10]), Kartoffeln und Zuckerrüben[11]), Luzerne[12]), Erdbeeren[13]),

---

[1]) Jacks s. S. 261[2]).

[2]) Lange, W., Two new fumig. f. wireworm contr. Calif. agr. exp. Sta. Circ. **365**, 1946; ders., The use of two new soil fumig. DD a. EDB f. wirew. contr. in Calif. Univ. Calif. agr. exp. Sta. Rep. **1946**; ders. s. S. 181[2]); Christie s. S. 188[2]); Stone, M. W., Dichloropropane-dichloropropene a new soil fumig. f. wirew. Jl. ec. Ent. **37**, 1944, 297—299; Greenwood, D. E., Wirew. on potatoes. Conn. agr. exp. Sta. Bull. **512**, 1946, 56—59; Cook s. S. 180[4]); Stone, M. W., Contr. of wirew. in Calif. w. t. soil fumig. chlor. propane-propylene a. ethyl. dibr. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Pl. Quar. E **786**, 1949.

[3]) Lange, Carlson a. Leach s. S. 191[7]).

[4]) Stone s. S. 275[2]).

[5]) Breakey, E. P..et al., Wash. agr. exp. Sta. Bull. **455**, 1944, 117—125.

[6]) Lear, B., Efficac. of dichl. as a soil fumig. ag. *Het. rost.* Wwr. a. *H. marioni* (Corn.) Good. Phytopath. **40**, 1950, 17.

[7]) Lehmann s. S. 180[1]).

[8]) Campbell, R. E. a. Stone, M. W., Dichl. f. wirew. contr. Jl. ec. Ent. **30**, 1937, 212—213; Pepper, B. B., Dichl. f. wirew. contr. Jl. ec. Ent. **33**, 1940, 280; Stone, M. W., Dichl. f. contr. sugar beet wirew. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 860—866; Kulash, W. H., T. ecol. a. contr. of wirew. in t. Connecticut River Valley. Jl. ec. Ent. **36**, 1943, 689—693; Chandler, S. C., Unsatisf. contr. of plum curc. in Illinois. Jl. ec. Ent. **39**, 1946, 666—667.

[9]) Hartzell a. Wilcoxon s. S. 220[3]); Ritcher a. Jewett s. S. 238[6]).

[10]) Pepper s. S. 275[8]) u. a.

[11]) Campbell a. Stone s. S. 275[8]); Pepper s. S. 275[8]); Stone s. S. 275[8]); Kulash s. S. 275[8]).

[12]) Lincoln, C. G., Schwardt, H. H. a. Palm, C. E., Methylbr.-Dichl.-emuls. as a soil fumig. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 238.

[13]) Parker a. Lamerson s. S. 260[1]).

Obstbäume[1])]. Empfindlicher sind Gurken und Melonen[2]). Auch an Tomaten[3]) und Pfirsich[4]) und anderen Kulturen werden vor allem bei mehrmaliger Anwendung und Überdosierung Schäden gemeldet. Die Gefahr für Melonen wird durch Zusatz des Natriumsalzes des Sulfobernsteinsäureäthylesters vermindert[5]). Zusatz geringer Mengen von sulfoniertem Alkohol verbessern die Emulsion und erhöhen vielleicht die Wirkung[6]).

Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Manche Unkräuter werden unterdrückt[7]).

Bakterizide und fungizide Wirkungen sind nicht nachgewiesen. Insektizid wirkt der Äther in folgenden Fällen:

Myriapoda: *Scutigerella immaculata* (an Topfpflanzen, Gießen)[8]).

Thysanoptera: *Taeniothrips inconsequens* (0,26 vol.%, 14 g/qm)[9]).

Hemiptera: *Eriosoma lanigerum* (1 : 800, 62 g/qm; höhere Konzentration schädigt die Apfelbäume[10]).

Lepidoptera: *Hydroecia* sp. (10 ccm je Pflanzstelle)[11]), *Sanninoidea exitiosa* (0,79 vol.%, 3—5 g/Baum, 19—60%)[12]), *S. opalescens* (2,5—3 g/Baum Ringverfahren)[13]), *Crambus* spp. (0,13—0,26 vol.%, 7—14 g/qm, 65—100%), jedoch ist der Erfolg in manchen Fällen gering, 30–54%, und hält nur 3–4 Wochen vor[14]).

Coleoptera: Scarabaeidae: *Popillia japonica* (ges. Lösung, 46 g/qm zu Sommerende ungenügend, Ende September besser, 62—68%, zweimalige Anwendung in 4–5 Tagen Abstand, 80–96%, aber den Rasen schädigend)[15]), *Lepidiota albohirta*[16]) und *Lachnosterna* spp.[17]) (anderen Mitteln unterlegen), *Phyllophaga hirticola* (81%) und *Cotinis nitida* (0,84 vol.%, 94 g/qm, 79%[18]), *Amphimallon vulpina* (1 : 400, 10—30 l/qm sehr guter Erfolg, 40 l/qm schädigt die Pflanzen)[19]).

Elateridae: Drahtwürmer an Gemüse, Kartoffeln, Zuckerrüben, Melonen wurden mit Erfolg bekämpft[20]) (Lösungen und Emulsionen von 0,05–1 vol%, meist 0,2—0,3 vol%; zur Vertreibung von *Pheletes californicus* bei Zuckerrüben reichen bereits 0,025 vol%[21]); an die Reihen der Kulturen oder an Fangpflanzensaaten etwa

---

[1]) Snapp, O. I., Dichl. f. th. contr. of plum curculio attacking peaches. Jl. ec. Ent. **32**, 1939, 486.

[2]) Campbell, R. E., Dichl. f. protecting melon plants fr. wireworms. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 26—30; Pepper s. S. 275[8]).

[3]) Speyer, E. R., Animal pests. Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt **26**, 1940, 49.

[4]) Michelbacher a. Smith s. S. 269[10]).

[5]) Chandler s. S. 275[8]).

[6]) Hartzell a. Wilcoxon s. S. 220[3]); Ritcher a. Jewett s. S. 238[6]).

[7]) Ritcher a. Jewett s. S. 238[6]).

[8]) Dustan s. S. 210[6]); Pepper s. S. 275[8]).

[9]) Jones, S. C., Dichl. as a means of contr. pear thrips. Jl. ec. Ent. **33**, 1940, 703.

[10]) Underhill a. Cox s. S. 258[11]).

[11]) Anon., Ann. Rep. N. Y. Sta. agr. exp. Sta. **64**, 1946.

[12]) Chandler, S. C., The peach tree borers of Illinois. Jll. nat. hist. Surv. Circ. Ent. Ser. **31**, 1931.

[13]) Michelbacher a. Smith s. S. 269[10]).

[14]) Stone a. Elmore s. S. 259[16]); Bohart s. S. 220[6]); Jewett s. S. 220[6]).

[15]) Hartzell a. Wilcoxon s. S. 220[3]).

[16]) Bell s. S. 253[3]).

[17]) Johnston a. Eaton s. S. 261[4]); Schwardt s. S. 221[1]); Pepper s. S. 275[8]).

[18]) Ritcher a. Jewett s. S. 238[6])

[19]) Franklin et al. s. S. 222[16]). [20]) Stone s. S. 275[8]).

[21]) Campbell a. Stone s. S. 275[8]); Strong L. A., Rep. Chief Bur. Ent. Pl. Quar. U. S. Dep. Agr. 1938; Pepper s. S. 275[8]); Campbell s. S. 276[2]); Stone s. S. 275[8]); Eddy, C. O., La. agr. exp. Sta. Bull. **305**, 1942; Gough s. S. 254[5]).

2,5—8 l/lfdm bzw. 1—4 l/Pflanzstelle, bzw. 33—146 g/qm bzw. an Trägerstoffe oder Dünger als Streumittel, 95—100%; die Wirkung ist nicht immer nachhaltig, so daß baldige Neubesiedelung, eventuell auch aus größeren Bodentiefen, vorkommt[1]).

Curculionidae: *Conotrachelus nenuphar* (vor allem Emulsionen für die 1. Behandlung 3:97, für die 2. nach 14 Tagen, auch gegen Puppen wirksame 9:91 (42 g/qm); 760 ccm/qm bzw. 3,8—5,7 l/Baum für kleine, 7,6 l für mittlere und 11,3 l für große Bäume; zum vollen Erfolg ist mehrmaliges Abschütteln der Bäume nötig (67%)[2]); versagt jedoch in anderen Gebieten[3]), *Otiorrhynchus ligustici* 161 g/qm in 15 ccm Dosen mit 38 cm Abstand (Injektion 20—51%)[4]) schlechter als Gießen mit einer Methylbromidmischemulsion (s. S. 286[5]).

Chrysomelidae: *Paria canella* und *Graphops putescens* werden ungenügend erfaßt (0,06—,0084 vol%)[6]).

Diptera: *Mycetophilidae* an Gurken[7]), *Chortophila brassicae* (1 : 200—1 : 400, geschwächte Pflanzen werden u. U. getötet[8]), *Psila rosae* (unzureichend gegen 1. Generation)[9]).

ι) Das Calcium und Ammoniumsalz der Monochloressigsäure werden als Nematocide gegen *Heterodera schachtii* (63—189 g/qm) empfohlen[10]) und *H. rostochiensis*[11]).

ϰ) Dichloräthylformaldehyd wird als Mittel gegen *Conotrachelus nenuphar*[12]) genannt.

b) Chlornitroverbindungen

α) Chlorpikrin

Die parasitizide Wirkung des flüssigen, die Schleimhäute stark reizenden (als Tränengas verwandten) Chlorpikrins (Kp = 102,4° C; p_{25} = 23,9 mm; $d_{0/4°}$ = 1,692) ist lange bekannt, jedoch wurde es erst nach dem ersten Weltkriege in größerem Umfange als Entseuchungsmittel erprobt. Es entspricht in der Wirkungsbreite fast der Bodendämpfung[13]), ist für Insekten toxischer als

---

[1]) Campbell s. S. 276[2]); Kulash s. S. 275[8]); Pepper s. S. 275[8]).

[2]) Snapp s. S. 276[1]); ders., Further tests of dichl. a. of jarring to contr. plum curculio. Jl. ec. Ent. **35**, 1942, 514—516; ders., Further exp. w. dichl. for plum curculio contr. Jl. ec. Ent. **38**, 1945, 417—418; ders., Dichl. f. the contr. of the plum curculio on peach. Down to Earth **3**, (2), 1947, 16; Annand, P. N., Rep. of the Chief. Bur. Ent. Pl. Quar. U. S. Dept. Agr. **1941**, 1942; Hansberry, R., Subst. insectic. f. fruit crops. a. ornament. Jl. ec. Ent. **37**, 1944, 347.

[3]) Chandler s. S. 276[12]).

[4]) Schwardt a. Lincoln s. S. 263[7]).

[5]) Lincoln et al. s. S. 275[12]).

[6]) Parker u. Lamerson s. S. 260[1]).

[7]) Speyer s. S. 276[3]).

[8]) Chupp, Ch. a. Leiby, R. U., The contr. of dis. a. ins. affec. veget. crops. N. Y. agr. exp. Sta. Ext. Bull. **206**, 1931 (rev. 1938); Dills, Frear a. King s. S. 213[7]); Carlsson, Breakey a. Webster s. S. 215[3]); Pepper s. S. 275[8]).

[9]) Anon., Cornell agr. exp. Sta. Rep. **55**, 1943, 121—132.

[10]) Jacks, H., Soil disinf. I. Prel. rep. on contr. of eelw. N. Z. Jl. Sci. Techn. **26** A 1944, 186; Jones, D. P., The pot. eelw. a. its contr. Ann. appl. Biol. **34**, 346—352; ders., Calc. chloroac. as a soil dressing ag. beet. eelw. Ann. appl. Biol. **34**, 1947, 240—247.

[11]) Smedley, E. M., Exp. to det. the rel. toxis. of ammon chloroac. a. rel. comp. to the pot. eelw. (*Het. schacht.*). Jl. Helminthol. **16**, 1938, 177—180.

[12]) Hansberry s. S. 277[2]).

[13]) Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Strand, A. L., A compar. of the toxic. to insects a. the diffusion in a column of chlorop., carb. dis., carb. tetrachl. Minn. agr. exp. Sta. Techn. Bull. **49**, 1927; Howard s. S. 172[4]).

Schwefelkohlenstoff (Dosis letalis etwa $^1/_{50}$ von CS_2[1]) und übertrifft die bisher erprobten, halogenierten Bodendesinfizientien beträchtlich an fungizider Wirkung[2]), steht ihnen allerdings an nematozider Wirkung nach[3]).

Nachteile des Chlorpikrins sind seine Giftigkeit auf den Menschen (Tränengas! Brechreiz!), die starke Korrosionswirkung auf Metalle und die phytotoxische Wirkung, vor allem auf die Sproßteile. Trotzdem wurde es mit Erfolg vielfach angewandt, tritt aber heute gegenüber weniger nachteiligen und billigeren Bodenentseuchungsmitteln mit größerer nematozider Wirkung zurück, soweit auf breite Wirkung verzichtet werden kann. Im Handel ist es auch unter dem Namen Larvacide.

Hauptanwendungsform ist die Injektion von je 2,5—3 ccm mit 25 cm Entfernung, 7,5—10 cm tief, entsprechend 62,0—78,0 g/qm; unter günstigen Bodenbedingungen (s. S. 185ff.) kann aber auch schon eine Menge von 22,4 g/qm Erfolg haben[4]), gegen viele Organismen wirken 44,8 g/qm. Bei Verteilung von Chlorpikrin aus verschlossenen Behältern ist es ratsam, eine Verteileinrichtung zu benutzen oder sich die Einzeldosen in verschließbaren Gläschen vorher abzumessen[5]). Seltener wird Chlorpikrin im Drillverfahren (in doppelter bis dreifacher Dosierung)[6]) angewandt; als Gießmittel kommen Emulsionen in Frage (1:200—1:8, mit Seife oder Fischölseife)[7]). Auch feste Präparate (Kieselguradsorbat, Chlorpikrinkügelchen) wurden verwendet. Mischungen mit Dichloräthan und Methylbromid werden ebenfalls angewendet (s. d.). Geräte zur Einbringung wurden mehrfach beschrieben[8]).

Anwendung findet Chlorpikrin vor allem bei Topferde und Kompost, in Anzuchtbeeten und Gewächshäusern; auf größeren Flächen wird es unwirtschaftlich, da es ohne Wasserabdichtung nicht voll zur Wirkung kommt[9]), vor allem bei hohen Temperaturen über 37° C, und auf porösen Böden, aus denen das Gas rasch entweicht.

Chlorpikrin darf nur in geräumten und gegen besetzte Abteilungen abgedichteten Gewächshausteilen benutzt werden[9]); eine Methode zur Bestimmung des Chlorpikrins im Boden ist ausgearbeitet worden[10]).

---

[1]) Lehmann s. S. 180[1]); Thalenhorst s. S. 194[4]).

[2]) Godfrey, G. H., Contr. of soil fungi by soil fumig. w. chlorp. Phytopath. **26**, 1936, 246—256.

[3]) Vgl. Literatur bei Roark, R. C., A bibliography of chlorop. 1848. U. S. Dept. Agr. Misc. Pub'. **176**, 1934; Roark, R. C. a. Busbey, R. L., Bibliography of chlorop. 1932—1934, U. S. Dept. agr. E. **351**, 1935; Gough s. S. 177[2]).

[4]) Stark s. S. 179[3]).

[5]) Christie s. S. 188[2]). [6]) Allen s. S. 274[1]).

[7]) Marumo, N., On a meth. of contr. white grubs in lawn. Oyo Dobuts Zasshi **2**, 1930, 140; Arnaud, Expériences de déstr. d. vers. blancs. Vie agr. et rur. **25**, 1924, 101—102; Stone a. Campbell s. S. 235[5]); Lacroix s. S. 243[4]).

[8]) Hasson, J., Bek. tier. Schädl. d. Vergas. d. Bodens. Wiener Landw. Ztg. **70**. 1920, 471; Neller, J. R. a. Allison, R. V., A machin f. the subturf. treatm. of soils. w. chlorop. a. w. carb. dis. f. nema. contr. under field cond. The Larvacide Log. **1**, 1938, 14—19; Ladell s. S. 196[4]).

[9]) Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Christie s. S. 188[2]) u. a.

[10]) Higgins, J. C., Morris, T. G. a. Pollard, A. G., The determin. of small quant. of chlorop. esp. in fumig. soil. Jl. Soc. chem. Ind. Trans. **58**, 1939, 272.

Über die Abhängigkeit der Chlorpikrinwirkung von den Umweltbedingungen liegen eingehende Untersuchungen vor[1]):

Bodenart, Aggregationsgrad der Bodenteilchen und Säuregrad haben unwesentlichen Einfluß auf die Wirkung. Die Adsorption des Chlorpikrins an den Boden steigt mit dessen Gehalt an kolloidalen Lehmteilchen und Humus und sinkt mit zunehmender Temperatur und Wassersättigung; sie kann durch andere Chemikalien beeinflußt, z. B. durch Dichloräthan gesteigert werden. Unter allen die Adsorption erhöhenden Bedingungen sind etwas höhere Dosen anzuwenden, da sonst die Entseuchungswirkung und die Ausbreitung des Mittels im Boden herabgesetzt wird. Letztere wird durch höhere Feuchtigkeit ebenfalls herabgesetzt, hängt aber hauptsächlich von der Porosität des Bodens ab.

Für praktische Zwecke ist daher vorhergehende Lockerung des Bodens, eine Temperatur von mindestens 21° C und ein Feuchtigkeitsgrad zu empfehlen, der die Porenluft gesättigt erhält, ohne daß überschüssiges flüssiges Wasser vorhanden ist; bei Abweichen von diesen Bedingungen ist die Dosierung entsprechend zu erhöhen[2]). Jedoch ist immer soviel Feuchtigkeit nötig, da vor allem pflanzliche Organismen bei Trockenheit wesentlich widerstandsfähiger sind als im feuchten Zustand[3]). Die oberen Bodenschichten werden nicht so gut entseucht wie die tieferen! Abdecken des Bodens verbessert die Wirkung[4]).

Gelegentliche Mißerfolge der Chlorpikrinbehandlung sind wahrscheinlich auf Nichtbeachtung dieser Momente zurückzuführen[5]).

Sorgsam ist auf die Einhaltung einer Schutzfrist zu achten, die bei einer Temperatur von 16° C 20, bei 32° C 9 Tage beträgt und durch mehrmaliges Umsetzen von Kompost verkürzt werden kann. Behandelter Boden darf erst in Gewächshäuser gebracht werden, wenn er völlig geruchfrei ist[6]).

Durch die Behandlung werden Nährstoffe[7]) und Spurenelemente[8]) pflanzenlöslich gemacht, letztere unter Umständen in pflanzenschädlichen Mengen. Im allgemeinen wird die Bodenfruchtbarkeit erhöht; so bringen im Herbst behandelte Felder im folgenden Frühjahr beachtliche Mehrerträge an Getreide, Flachs, Luzerne und Zuckerrüben[9]).

---

[1]) Schchepetilnikova, A. a. Cheremisova, V., (Chlorp. als ein Faktor der Nährstoffmobilisation im Boden). Chem. Soc. Agr. USSR **8**, 1937, 39; 52; Stark s. S. 179[3]); Schmidt s. S. 180[1]).

[2]) Christie s. S. 188[2]); Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Schmidt s. S. 180[1]).

[3]) Wilson, J. D., Ohio agr. exp. Sta. Bim. Bull. **28**, 1943, 38 u. a.

[4]) Vgl. u. a. Godfrey, G. H., Oliveira, J. a. Hosing, H. M., Increased effic. of chlorop. f. nema. contr. with better confinement of the gas. Phytopath. **24**, 1933, 1366—1373; Godfrey, G. H., The confinement of chlorop. a. other gases f. fumig. purpos. Phytopath. **24**, 1934, 1366–1373; Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]).

[5]) Boischot s. S. 160[5]); Dingler, M., Üb. Vers. mit Sprengungen z. Engerl.bek. Zeitschr. Angew. Ent. **8**, 1922, 421—426; Wolters s. S. 218[6]); McDougall s. S. 204[1]).

[6]) Christie s. S. 188[2]); Newhall a. Lear s. S. 177[1]) usw.

[7]) Schchepetilnikova a. Cheremisova s. S. 279[1]).

[8]) Smith, J. B. a. Howard, F. L., Resp. of Cos or Romain lettuce to chlorop. soil treatm., phosph. a. lime. Proc. Am. Soc. hort. Sci. **40**, 1942, 552—556.

[9]) McLaughlin, J. H. a. Melhus, I. E., The resp. of some field crops on soils treat. w. chlorop. Jowa Sta. Coll. Jl. Sci. **12**, 1942, 213—220 u. a.

Die starke phytotoxische Wirkung läßt sich zur Vernichtung von Unkrautsamen und von Unkraut ausnutzen[1]), allerdings sind viele Unkrautsamen recht widerstandsfähig und können erst durch hohe Dosen von 67 g/qm vernichtet werden, während andere bereits bei 22,4 g/qm absterben. Andererseits treten leicht bei Simultanentseuchung Schäden an Kulturpflanzen[2]) und der Keimung z. B. von Erbsen[3]) auf. Die Kulturpflanzen zeigen unterschiedliche Empfindlichkeit; als sehr empfindlich werden bezeichnet: Salat, Weizen, Roggen, Zuckerrübe, Spinat, Möhren, als wenig empfindlich: Luzerne, Kohl, Kohlrübe, Blumenkohl und Tomate[4]). Buschbohne ist empfindlicher als Tomate[5]). Die Giftwirkung steigt mit der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt[6]). Die Bodenbakterien werden durch geringe Dosen kaum beeinträchtigt, durch höhere wird die Nitrifikation, aber nicht die Ammoniakbildung gehemmt[7]).

Das Weizenmosaik und Salat-big-vein-Virus kann durch Behandlung des Bodens in geschlossenen Behältern völlig ausgeschaltet werden[8]).

Die fungizide Wirkung ist ebenfalls bei höherer Temperatur und Feuchtigkeit größer[9]). Die Pilzarten sind verschieden empfindlich, am resistentesten sind unter den Bodenschädlingen die Sklerotien von *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium delphinii*, *Rhizoctonia solani* und *Botrytis*, ferner *Fusarium oxysporum lilii* und *Armillaria mellea*; sehr empfindlich sind u. a. *Pythiaceae*; in unverrotteten Pflanzenteilen können Pilze wahrscheinlich wesentlich höhere Dosen vertragen als im freien Boden.

Folgende Einzelangaben über bakterizide und fungizide Wirkung liegen vor:

---

[1]) Newhall a. Lears. S. 177[1]); Christie s. S. 188[2]); Stark s. S. 179[3]); Fromm, F. a. Canals, A. M. (Chem. contr. of nutgrass). El Cristol **1**, (4), 1947, 9—12; Newhall s. S. 272[1]); Schchepetilnikova, A. M., (Chlorp. als Mitt. z. Bek. v. Unkraut u. Flachsmüdigkeit in Böden). Khimiz. Sotsial. Zemled. **1933**, 128—135; Donohoe, H. C., Chlorp. treatm. of bulk potting soil f. jap. beetle contr. Jl. ec. Ent. **37**, 1944, 315; Stark, F. J. jr., Chlorp. treatm. of potting a. turf top dressing soil w. spec. ref. to contr. of weed seeds. Larvacide Log. **1**, 1938, 79—81.

[2]) Marumo s. S. 278[7]); Godfrey, G. H., Chlorop. injurious to greenhouse plants. Science **77**, 1933, 583; Lacroix s. S. 243[4]); Emelyanova, N. A., The pests a. dis of rubber bearing plants. II. Moscow All. Un. Rub. Gutaperch. Sci. Res. Inst. **1938**; Savchenko, E. N. u. Yarmolenko, I. M., (D. Verw. d. Chlorp. u. d. Mechanis. seiner Einbringung i. d. Boden bei Bek. d. Larven d. Rübenrüßlers). Bull. Pl. Prot. **1940**, 53—61; u. a.

[3]) Heuschen, C., Fickert, J. a. Bacqu, Z. M., Act. d. l. chlorop. s. l. germin. d. pois. Bull. Soc. Chim. Biol. **29**, 1947, 453—459.

[4]) Stark s. S. 179[3]); Grooshevoi, S. E., Levyckh, P. M., Rozinoff, P. G. u. Nikolaeva, R. G., (Chem. meth. f. disinf. t. seed bed substr.) Vses. Inst. Tab. 1. Machlor. Promysl. Krasnodar **141**, 1940, 30—41 u. a.

[5]) Clayton a. Ellis s. S. 273[1]).

[6]) Savchenko, E. N. a. Palchik, P. A., (Chlorp. als Bek.maßn. geg. Drahtw.). Sborn. Rab. ent. Otd. VIMPa Kiew, **1935**; Schwardt a. Lincoln s. S. 263[7]); Stark s. S. 179[3]) u. a.

[7]) Stark jr., F. L., Smith, J. B. a. Howard, F. L., Eff. of chlorop. fumig. on nitrific. a. ammonific. in soil. Soil Sci. **48**, 1939, 433; Tam a. Clark s. S. 230[3]); Tam s. S. 273[2]).

[8]) Johnson s. S. 245[2]); Allen s. S. 171[4]).

[9]) Stark s. S. 179[3]).

Bakterien: *Bact. solanacearum*[1]).

Archimycetes: *Plasmodiophora brassicae*[2]).

Oomycetes: (33,6—56,0 g/qm bzw. 6 ccm/28,3 cbdm): *Pythium debaryanum* u. a. Arten[3]), *P. ultimum*[4]), *P. arrhenomanes*[5]), *P. aphanidermatum*[6]), *Phytophthora cactorum*[7]), *P. cinnamomi*[8]).

Ascomycetes: *Thielaviopsis basicola* (500 ccm/cbm Boden)[9]), *Omphalia* sp. (5,5 ccm/qm)[10]), *Sclerotinia sclerotiorum* (Sclerotien jedoch sehr widerstandsfähig!)[11]), *Rosellinia necatrix*[12]).

Basidiomycetes: *Corticium vagum* (*Rhizoctonia solani*) u. Verwandte (10 ccm/28 cbdm bzw. 33,6 g/qm; Sclerotien sehr widerstandsfähig)[13]), *Armillaria mellea*[14]).

Fungi imperfecti: *Moniliopsis aderholdi*[15]), *Phoma terrestris* (3 ccm, 15 m tief, 30 cm Abst.)[16]), *Verticillium alboatrum*[17]), *V. dahliae* (21,8 ccm/qm)[18]), *Fusarium dianthi* (2,3 ccm/qm)[19]), *F. orthoceras gladioli*[20]), *F. vasinfectum zonatum* (3 ccm, 15 cm tief, 30 cm Abstand)[21]), *F. oxysporum callistephi* (1–2 cm/12 l Boden)[22]), *F. oxysporum lycopersici*[23]), *F. solani phaseoli*[24]), *F. solani martii* f. 2 (Injektion,

---

[1]) Howard s. S. 172[4]); Smith, T. E., Contr. of bact. wilt (*Bact. sol.*) of Tob. as infl. by crop rotat. a. chem. treatm. of the soil. U. S. Dept. Agr. Circ. **692**, 1944.

[2]) Nach Garrett s. S. 144[1]).

[3]) Cooke, D. A., The rel. of *Pyth.* to growth. failure on phosph. fix. soils. Rep. Ass. Hawaiian Sug. Beet Techn. **12**, 1933, 169–198; Young s. S. 256[8]); Middleton, J. T., Some dis. of *Belladonna* in Calif. a. th. contr. Pl. Dis. Reptr. **25**, 1941, 513 bis 514; Godfrey, G. H., Contr. of soil fungi by soil fumig. Phytopath. **26**, 1936, 246; Godfrey a. Young s. S. 205[8]); Babb a. Bohn s. S. 232[1]); Lynnes, F. T., The use of chlorp. f. beet seed a. warehouse fumig. a. oth. purp. Proc. Sug. Beet Technol. **1942** 1943, 413–421; Richardson a. Berkeley s. S. 172[4]); Anon. s. S. 232[1]); Anon. Flor. Agr. exp, Sta. Ann. Rep. **1946**, 1947; Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Newhall, A. G., Some volat. soil fumig. comp. N. Y. Fl. Grow. Bull. **20**, 1947; Schmitt, C. G., Compar. of vol. soil fungic. Phytopath. **39**, 1949, 21.

[4]) Middleton s. S. 281[3]); Jacks s. S. 232[1]).

[5]) Leukell, R. W., Chlorp. as a disinf. f. pl. beds. Phytopath. **32**, 1942, 1034 bis 1036.

[6]) Anon., Hawaii agr. exp. Sta. Rep. **1941/42**, 1943, 85—111.

[7]) Stark s. S. 179[3]).

[8]) Zentmyer a. Kendrick s. S. 197[6]).

[9]) Grooshevoy et al. s. S. 280[4]); Zentmyer a. Kendrick s. S. 197[6]).

[10]) Bliss s. S. 232[14]).

[11]) Stark s. S. 179[3]); Newhall s. S. 272[1]).

[12]) Godfrey s. S. 278[2]).

[13]) Dimock, A. W., The *Rhiz.* foot rot of ann. stocks (*Matth. inc.* Phytopath. **31**, 1941, 87–91; Young s. S. 156[8]); Godfrey s. S. 278[2]) u. 279[4]); Anon. s. S. 281[1]); Anon., N. Mex. agr. exp. Sta. Ann. Rep. **53**, 1942; **54**, 1943; **55**, 1944; Zentmyer a. Kendrick s. S. 197[6]); Schmitt s. S. 281[3]).

[14]) Anon., Dep. Sci. Ind. Res. N. Z. Ann. Rep. **19**, 1945 und **20**, 1946; Stark, s. S. 179[3]).

[15]) Stark s. S. 179[3]). [16]) Godfrey s. S. 278[2]); Schmitt s. S. 281[3]).

[17]) Newhall s. S. 272[1]); Stark s. S. 179[3]); Godfrey s. S. 278[2]) u. 279[4]); Schmitt s. S. 281[1]). [18]) Jacks s. S. 233[10]).

[19]) Bickerton s. S. 234[4]); Anon., Col. agr. exp. Sta. Ann. Rep. **55**, 1942; Schmitt s. S. 281[3]).

[20]) McCulloch, L., A. vasc. dis. of *Gladiolus* caus. by *Fus.* Phytopath. **34**, 1944, 263—287. [21]) Anon. (N. Mex.) s. S. 281[13]).

[22]) Christie, J. R., Prel. tests. to det. the nematoc. a. fungic. prop. of cert comp. when used as soil fumig. Proc. Helm. Soc. Wash. **14**, 1947, 23—28.

[23]) Young s. S. 256[8]); Godfrey a. Young s. S. 205[8]).

[24]) Zentmyer a. Kendrick s. S. 197[6]).

163,5 g/qm)[1]), *Fusarium* spp.[2]), Flachsmüdigkeit[3]), *Cylindrocarpon* sp.[4]), *Botrytis* sp. (Sclerotien sehr widerstandsfähig)[5]), *Sclerotium rolfsii* (26,8 ccm/qm)[6]).

Besondere Bedeutung hat Chlorpikrin als Nematozid sowohl bei Gewächshauskulturen als auch im Felde. Es liegen folgende Angaben vor:

Heterodera marioni (die Behandlung darf allerdings erst 10—24 Tage nach dem Abräumen der befallenen Früchte erfolgen, da die in Gallen eingeschlossenen Älchen nicht erfaßt werden, sondern erst schlüpfen bzw. ein besonders empfindliches Stadium erreichen müssen[7]); Injektionsverfahren 3—7 ccm in 25—30 cm Abstand = 38—69 g/qm; mit 16—19 g/qm 80—90% Abtötung; bei tiefen Temperaturen weniger wirksam[8]); auch Mischungen mit Dichloräthan oder Methylbromid), *H. schachtii* (20—80 ccm/qm u. ä.)[9]), *H. rostochiensis*[10]), *Ditylenchus dipsaci* (39 g/qm Injektion, 4 ccm, 32 cm Abstand)[11]), *Tylenchus semipenetrans* (Citrusmüdigkeit zusammen mit *Fusarium* 4 ccm/11,2 l Boden)[12]).

Über die insektizide Wirkung liegen folgende Angaben vor:

Myriapoda: *Scutigerella immaculata* (36,4 g/qm nicht immer ausreichend)[13]).

Aphidae: *Xerophilaphis scorzonerae* (40 g/qm, jedoch gehen die Koks-sagizh-Pflanzen ein)[14]).

Coleoptera: Scarabaeidae: *Melolontha* sp. [20–40 g/qm[15]); im Laboratorium Abtötungszeit für das 3. Larvenstadium bei 5 mg/l 24 Stunden[16]); in Oberflächen-

---

[1]) Reinking, O. A. a. Newhall, A. G., A soil fumig. test f. pea root rot contr. Phytopath. **40**, 1950, 879—882.

[2]) Lynnes s. S. 281[3]); Babb a. Bohn s. S. 232[1]); Richardson a. Berkeley s. S. 172[4]); Young s. S. 256[8]); van Koot s. S. 150[5]); Godfrey s. S. 278[3]); Cannon, O. S., *Fus.* wilt of Spinach. Corn. Univ. Thes. **1944**.

[3]) Schchepetilnikova s. S. 280[1]).

[4]) Richardson a. Berkeley s. S. 256[8]).

[5]) Stark s. S. 179[3]); Newhall s. S. 272[1]).

[6]) Anon. (Tex.) s. S. 217[6]); McClellan s. S. 256[11]); Godfrey s. S. 278[3]); Schmitt s. S. 281[3]).

[7]) Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]); Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Stark s. S. 179[3]); Russel s. S. 163[8]); McClellan, Christie a. Horn s. S. 181[7]).

[8]) Matthews, D. J., Rep. on work of the W. B. Bandall Res. Inst. Ass. Nurs. a. Mark. Gard. Ind. Dev. Soc. Exp. Res. Sta. Cheshunt Ann. Rep. **5**, 1919, 18—21; Johnson, M. O. a. Godfrey, G. H., Chlorp. f. nema. contr. Ind. Eng. Chem. **24**, 1932, 311—313; Godfrey, Oliveira a. Hosing s. S. 279[4]); Godfrey s. S. 278[2]); ders., Exp. on the contr. of root knot nema. in the field w. chlorop. a. other gases. Phytopath. **25**, 1935, 67—90; Newton, Bosher a. Hastings s. S. 181[3]); Young s. S. 256[8]); Taylor, A. L., Soil. fumig. w. chlorop. f. the contr. of root knot nema, *Het. mar.* Phytopath. **33**, 1943, 116; Godfrey a. Young s. S. 205[8]); Allen s. S. 274[1]); Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]); Stark a. Lear s. S. 179[1]); Stark s. S. 179[3]); Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Christie s. S. 188[2]); Clayton a. Ellis s. S. 273[1]); Ellis, Clayton a. Owens s. S. 274[1]); McClellan, Christie a. Horn s. S. 181[7]).

[9]) Korab, J. J. a. Bootovsky, A. B., (Chlorp. as a new remedy against sugar beet nema.) Nauk Zopiski Tsukr. prom. Ukrain. Nauk. Doll. Inst. tsukr. Prom. **9**, (21—22), 1932, 149—162; Lynnes s. S. 281[3]); Martin s. S. 274[3]).

[10]) Martin s. S. 274[3]).

[11]) Chitwood, Newhall a. Clement s. S. 225[3]).

[12]) Martin s. S. 274[3]).

[13]) Michelbacher s. S. 222[1]); Thomas s. S. 169[1]).

[14]) Emelyanova s. S. 280[2]).

[15]) Faes e. Staehelin s. S. 261[9]); Faes e. Tonduz s. S. 238[12]); Gaumont s. S. 188[3]); Poloshenzeff s. S. 261[9]).

[16]) Thalenhorst s. S. 194[4]).

nähe auch durch Emulsion (15—85 g/qm, jedoch Schäden an Rasen[1])], *Phyllophaga* sp. (Injektionen 13 cm tief je 1—2,75 ccm, sehr gute Breiten- und Tiefenwirkung, aber pflanzenschädigend)[2]), *Lachnosterna anxia* (Injektionen; 2,6—6,8 g/qm)[3]), *Anomala orientalis* (22—36 g/qm, Injektion 10—12 cm tief, 52—95%)[4]), *A. rufocuprea* (wirksamer als Schwefelkohlenstoff)[5]), *Popillia japonica* (Injektion)[6]), *Odontria zealandica* (1:10, 3,1 l/qm u. a.)[7]).

Elateridae: Wesentliche Verminderung der Drahtwurmzahl durch Gaben von 25—40 g/qm (in die Pflugfurche oder als Adsorbat gestreut oder als Emulsion gegossen, 100%; auch 67 g/qm als alkoholische Lösung injiziert, werden empfohlen[8]); Streuen von Adsorbaten (25–27 g/qm, 33–45%)[9]), eine einmalige Gabe von 30 g/qm zur Pflugfurche innerhalb einer 3—8jährigen Fruchtfolge hatten Erfolg[10]).

Chrysomelidae: *Leptinotarsa decemlineata* (127—169 g/qm Injektion)[11]).

Curculionidae: *Cleonus punctiventris* (Injektion in 35 cm Abstand, 50 bis 100 g/qm töten 100% in 14 bzw. 16 Tagen; p-Dichlorbenzol, Naphthalin verstärken die Wirkung; die Rübenpflanzen in allen Fällen gefährdet, daher Vor- oder Nachentseuchung besser)[12]), *Otiorrhynchus ligustici* (45 g/qm Injektion, 38 cm Abstand, 15 cm tief, je 3 ccm ohne Schädigung der Luzerne, 31—88,5% Larven, 100% Käfer)[13]), *O. sulcatus* (wirksam, aber für Reben gefährlich)[14]).

Ungenügend wirksam ist Chlorpikrin gegen *Leptops hopei*[15]) und *Rhytododeres placatus*[16]).

Lepidoptera: *Agrotis segetum* (Injektionsverfahren besser als Oberflächenbehandlung)[17]).

Hymenoptera: Ameisenarten (200 ccm/Nest)[18]).

Diptera: *Hylemyia cilicrura*[19]).

---

[1]) Arnaud s. S. 278[1]); Marumo s. S. 278[1]).

[2]) Hammond s. S. 267[6]).

[3]) Hammond, G. H., Chlorp. as a contr. f. larv. of *Phyllophaga*. 75. Rep. ent. Soc. Ott. **1944**, 1945, 8—10; ders, s. S. 267[6]).

[4]) Wolters s. S. 218[6]); Hamilton s. S. 262[6]).

[5]) Sawa s. S. 221[6]).

[6]) Donohoe s. S. 280[1]).

[7]) Jacks s. S. 261[2]).

[8]) Stone a. Campbell s. S. 235[5]); Lichatschev s. S. 260[7]); Lacroix s. S. 243[4]); Savchenko a. Palchik s. S. 280[6]); Ladell s. S. 196[4]); Wilson s. S. 243[5]); Doechsen, J., The wirew. problem in the Nederland. Maandbl. Landbouwverlichtingsdienst **5**, 1948, 105—111; Oostenbrink s. S. 274[3]).

[9]) Ladell s. S. 196[4]).

[10]) Sherba, S. W., (Anw. v. Chlorp. gegen Drahtw.). Sovj. agr. USSR **4**, 1946, 90—93.

[11]) Feytaud s. S. 246[13]).

[12]) Korab, I., Savchenko, E. N. u. Yarmolenko, I. M., (Chlorp. z. Bek. v. *Bothynoderes punctiv.*) Plant Prot. **11**, 1936, 16; Savchenko u. Yarmolenko s. S. 280[2]).

[13]) Schwardt a. Lincoln s. S. 263[7]).

[14]) Thiem, H., Z. Biol. u. Bek. d. gefurchten Dickmaulrüßlers (*Ot. sulc.*). Zeitschr. angew. Ent. **8**, 1922, 389—402.

[15]) French a. Hammond s. S. 263[8]).

[16]) Pussard u. Nepveu s. S. 263[10]).

[17]) Fryer, J. C. F. et al., Rep. on the occur. of insect pests of crops in England a. Wales 1920/21. Min. Agr. Fish. **33**, 1923.

[18]) Charmouze, Not. sur l'utiliz. d. l. chlorp. p. l. destr. d. fourmis manic. Ann. med. pharm. Col. **26**, 1929, 389—402.

[19]) Breakey et al. s. S. 275[5]).

Auch Mäuse werden durch Chlorpikrin vernichtet[1]).

β) 1,1-Dichlor-1-nitroäthan steht in seiner insektiziden Wirkung zwischen Dibromäthan und Dichlorpropan-Dichlorpropylen-Mischung, kann aber bei tiefen Temperaturen (nahe 0° C) eingesetzt werden. Es ist vor allem bei tiefen Temperaturen (4° C und weniger) sehr wirksam und durchdringt den Boden gut; am besten wird es relativ flach mit Injektoren oder Pflug in Mengen von 9,3—11,2 ccm/qm bei Sommertemperaturen, bzw. 4,7—5,6 ccm/qm bei 4° C eingebracht. Es schützt Erbsen und Gurken gegen Drahtwurm (0,1%, 2 ccm/lfdm; 4,6—9,2 ccm/qm)[2]); wirkt vielleicht aber nur vergrämend.

c) Bromverbindungen

α) Methylbromid

Das leicht flüchtige (Kp = 3,56° C; $d_{0°} = 1{,}732$) Methylbromid wirkt nematozid und insektizid, in höheren Konzentrationen auch fungizid und samenabtötend.

Die Handelspräparate stellen Verdünnungen und Mischungen dar: Dowfume G enthält 10% Methylbromid in einem Gemisch von Tetrachlorkohlenstoff und Dichloräthan 1:3, Iscobrome Nr. 1 enthält 15% Methylbromid in Xylol (brennbares, wenn auch nicht direkt feuergefährliches Lösungsmittel!)[3]). Die Präparate müssen kühl in gut gefüllten und dicht verschlossenen Behältern aufbewahrt werden! Sie sind sehr giftig, auch auf der Haut! Gasmaske soll benutzt werden. Auch in Mischungen mit Dichloräthyläther[4]), Chlorpikrin (Iscobrom II, Dowfume MCII mit 2% Chlorpikrin und Dichlorpropan), Dichloräthan (Dowfume G s. S. 267) wird es angewendet. Spezialinjektoren sind konstruiert worden[5]).

Vorteile der Methylbromidzubereitungen[6]) sind die rasche und durchdringende Wirkung auch bei niedrigen Temperaturen, die Möglichkeit, behandelten Boden bereits nach 2 Tagen besäen, nach 5 Tagen bepflanzen zu können; es wirkt nicht korrodierend auf Metallgeräte und ist billiger als Chlorpikrin. Seine Giftigkeit und die rasche Flüchtigkeit bei hohen Temperaturen sind nachteilig.

Die Adsorption des Methylbromids an den Boden wurde mehrfach untersucht[7]); schwere Böden nehmen ein Vielfaches der Menge auf, die Sand festhält; nasse Böden weniger als trockene, jedoch wird es relativ leicht wieder abgegeben. Für die Anwendung soll die Temperatur höchstens 18° C betragen, am besten zwischen 10 und 15° C[8]). Methylbromid ist daher besonders zur Winterentseuchung von Gewächshäusern geeignet[9]). Wegen seiner leichten Flüchtigkeit ist für besonders gute Abdichtung zu sorgen.

Methylbromid wird zur Entseuchung in geschlossenen Trommeln (25–50 ccm/cbm 10%ige Präparate) und im Injektionsverfahren (25 cm Abstand zu 5–8 ccm) angewandt. Zur Entseuchung kleinerer Erdhaufen (bis 0,75 cbm) kann man in diese zahlreiche Löcher einstoßen, den Haufen (bei mindestens 10° C) mit einer gasdichten Plane locker bedecken und unter die Decke einen 1-Pfund-

---

[1]) Hasson s. S. 278[8]).

[2]) Woodworth, C. F., Tests using 1,1-dichlor-1-nitroethane ag. wirew. Jl. ec. Ent. **36**, 1943, 335—336; Cook s. S. 180[4]).

[3]) Christie s. S. 188[2]) u. 281[22]).

[4]) Lincoln, Schwardt a. Palm s. S. 275[12]).

[5]) Eater a. Dunn s. S. 190[2]); Lange s. S. 188[2]).

[6]) Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Christie s. S. 188[2]).

[7]) Chisholm a. Koblitzky s. S. 180[2]); Fuhr, Brandford a. Silver s. S. 179[3]). [8]) Newhall a. Lear s. S. 171[1]); Christie s. S. 188[2]).

[9]) Monro, H. A. V., Low temp. fumig. Can. Entom. **77**, 1946, 192—196.

behälter mit Methylbromid derart aufstellen, daß das Ventil gegen den Haufen abbläst[1]). Verwendet werden 6 und 19 g/qm des 10%igen Präparates.

Den Pflanzen ist Methylbromid in den üblichen einfachen Aufwandmengen wenig schädlich. Bei höherer Temperatur ist die Gefahr größer[2]). Es kann daher in Gewächshäusern verwendet werden, ohne daß die betreffende Abteilung von Pflanzen geräumt wird. In höheren Gaben (12—25 g/qm) vernichtet es Unkrautsamen im Boden[3]) und wirkt auch gegen ausdauernde Ungräser, besonders mit 2%igem Chlorpikrin.

Weizenmosaik kann durch Bodenbehandlung mit Methylbromid ausgeschaltet werden[4]).

Methylbromid wirkt im geschlossenen Gasraum selbst bei niedrigen Temperaturen (8° C) fungizid; auch als Gießmittel verwendete Emulsionen sind unter günstigen Bedingungen fungizid, besser wirken Chlorpikrin-Methylbromid-Mischungen, so gegen *Phytophthora cinnamomi* und *P. citrophora*[5]) und *Sclerotium rolfsii*[6]). Ferner werden abgetötet: *Phytophthora nicotianae* (Emulsion aus 304 ccm 15% Xylollösung in 4,5 l/qm[7]), *Pythium* spp. (390 ccm/cbm)[8]), *Fusarium* spp. (390 ccm/cbm)[8]), *Sclerotinia sclerotiorum* (Sklerotien im feuchten Zustand, nicht aber trocken)[8]).

Das Hauptanwendungsgebiet des Methylbromides ist die Nematodenbekämpfung in Gewächshäusern, da es bei kühleren Temperaturen schon gut wirkt und vor allem auch in den Gallen befindliche Älchen abtötet[9]). Im einzelnen liegen folgende Erfahrungen vor: *Heterodera marioni* (6—12 g/qm Injektionsverfahren, auch Mischungen mit Dichloräthan und Tetrachlorkohlenstoff. Emulsionen wirken nicht befriedigend, es sei denn, daß Chlorpikrin beigefügt wird[10]); bei Trommelentseuchung wirken schon 1,3 ccm/cbm)[11]), *H. rostochiensis* (zur Entseuchung kleiner Erdmengen)[12]), *Ditylenchus dipsaci* (Behandlung der Samen)[13]).

---

[1]) Newhall a. Lear s. S. 177[1]).
[2]) Hamilton s. S. 262[6]).
[3]) Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Christie s. S. 188[2]).
[4]) Johnson s. S. 245[2]).
[5]) Zentmyer a. Klotz s. S. 273[8]).
[6]) McClellan s. S. 256[11]).
[7]) Todd, Lucas a. Moore s. S. 245[19]).
[8]) Newhall, A. G. a. Lear, B., Soil fumig. f. fung. contr. w. methylbr. Phytopath. **38**, 1938, 38—43.
[9]) Stark a. Lear s. S. 179[1]).
[10]) Todd, Lucas a. Moore s. S. 245[19]).
[11]) Taylor, A. L. a. McBeth, C. W., Prel. tests of methylbr. as a nematocide. Proc. Helm. Soc. Wash. **7**, 1940, 94—96; Taylor, A. L., A pract. meth. f. using methylbr. as a nematocide in the field. Proc. Helm. Soc. Wash. **8**, 1941, 26—28; Gingrich, C. E. a. Haenseler, C. M., The use of methylbr. to contr. the root knot nema. *Het. mar.* Proc. Helm. Soc. Wash. **8**, 1941, 50—53; Godfrey a. Young s. S. 205[8]); Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]); Stark a. Lear s. S. 179[1]).
[12]) Martin s. S. 274[3]); Lear B. a. Mai, W. F., Use of methylbr. f. kill. gold. nema. cysts on used bags a. in soil sampl. Phytopathol. **40**, 1950, 17.
[13]) Goodey, T., *Ang. dips.* on onion seeds a. its contr. by fumig. w. methylbr. Jl. Helminth. **21**, 1946, 45.

Die insektizide Wirkung des Methylbromids ist gut, seine Anwendung im Freien allerdings durch seine Flüchtigkeit begrenzt. Das wichtigste Anwendungsgebiet ist die Entseuchung von Topferden und Wurzelballen. Folgende Erfolge werden gemeldet:

Myriapoda: *Scutigerella immaculata* (Injektion 6—12 ccm, 25–30 cm Abstand)[1]).

Coleoptera: Scarabaeidae: *Anomala orientalis* (Injektion, 16 cm Abstand, 7,5–12,5 cm tief, 91%, Mischung mit Alkohol 1:5, 21–38 g/qm; bei Temperaturen um 20° C Azaleen nicht geschädigt, wohl aber bei 27° C; die gleiche Mischung verdünnt 8:100, gesprüht, so daß 11—22 g/qm Methylbromid gegeben werden, wirkt vollständig, schädigt aber u. U. die Pflanzen[2]); wirkt rasch bei Injektion in den Boden, erfaßt aber nicht die in den tieferen Schichten lebenden Käfer, Graswuchs wird durch die xylolische Lösung nicht geschädigt[3]), *Popillia japonica* (Topfballen und Töpfe von 20—30 cm Durchmesser 2,5 Stunden einer Atmosphäre von 40 g/cbm bei mindestens 17° C ausgesetzt; Dosis nach der Temperatur einstellen; Käfer am empfindlichsten, die Eier am widerstandsfähigsten; nach späteren Angaben genügen je nach Temperatur 0,1—0,15%)[4]), *Odontria zealandica* (15% Methylbromid evtl. mit Zusatz von 25% Chlorpikrin 0,7—1,4 ccm/cbm ausgezeichnet)[5]).

Curculionidae: *Graphognatus leucoloma* u. *G. peregrinus* (Gießen mit 0,3% Methylbromid und 0,6% Alkohol, 49 ccm/qm, Töpfe in Sand eingraben, in luftdichten Räumen; für Topferde 52 ccm/cbm für 48 Stunden, für Erdballen bis 7,5 cm Durchmesser 4 Stunden in einer Atmosphäre von 40 g/cbm; für Erdhaufeninjektion in 15 cm Abstand je 4,7 ccm)[6]), *Otiorrhynchus ligustici* (Injektionen in 30,5 cm Abstand je 7 ccm, 107 g/qm oder Mischung mit gleichen Teilen Dichloräthyläther mit Emulgator verdünnt 1:4,2, 48 ccm/qm)[7]).

Rodentia: Es besteht eine gewisse rodentizide Wirkung[8]).

β) Dibromäthan (Ethylenedibromide, EDB)

Dibromäthan (Kp=131° C) ist der nematozide und insektizide Wirkstoff einiger neuerer amerikanischer Bodenentseuchungsmittel, in denen es in Benzin (Naphtha 200 thinner = Benzin Kp etwa 130° C) gelöst ist[9]): 5 vol%: Gardendowfume, 10 Gew.%: Bromofume 10; 20 Gew.%: Bromofume 20; 10 vol% = 24 Gew.%: Iscobrome D, Soilfume 80—20; 40 Gew.%: Dowfume W-40, Bromofume 40; 20 vol% = 42 Gew.%: Soilfume 60—40. Es ist giftig, an sich nicht entzündlich, jedoch sind die Handelspräparate wegen ihres Leichtölgehaltes feuergefährlich. Metalle werden nicht korrodiert.

Die Wirkung des Dibromäthans ist derjenigen der Dichlorpropan-Dichlorpropylenmischung und des Chlorpikrins ähnlich, jedoch ist es weniger phytotoxisch und kann daher nicht als Herbizid und auch nicht als Fungizid verwendet werden. Seine nematozide Wirkung ist überlegen[10]).

---

[1]) Thomas s. S. 169[1]). [2]) Hamilton s. S. 262[6]). [3]) Hammond s. S. 267[6]).

[4]) Anon., U. S. Dept. Agr. Serv. a. reg. anouncm. S. R. A. B. E. P. Q. **138**, 1939, 1; **144**, 1940, 65 u. s. S. 267[11]); Monro s. S. 284[9]).

[5]) Jacks s. S. 261[2]).

[6]) Livingstone, E. M., Easter, S. S. a. Swank, G. R., Methylbr. in aqu. sol. to contr. *Pant. leucol.* a. *P. peregr.* Jl. ec. Ent. **33**, 1940, 531—533; Anon., Serv. a. reg. anouncm. U. S. Dept. Agr. S. R. A. B. E. P. Q. **146**, 1941, 1 u. s. S. 263[11]).

[7]) Schwardt a. Lincoln s. S. 263[7]); Lincoln, Schwardt a. Palm s. S. 275[12]).

[8]) Berrig, C. E., Methylbr. as a rodentic. Dept. Agr. Calif. Bull. **27**, 1938, 173—180.

[9]) Christie s. S. 188[2]); Lange s. S. 188[2]); Newhall a. Lear s. S. 177[1]).

[10]) Stark a. Lear s. S. 179[1]).

Dibromäthan wird als verdünnter reiner Wirkstoff oder in Mischungen mit Dichloräthan (auch als emulgiertes Gießmittel 16 Bromä. : 81,5 Chlorä. : 2,5 Emulgator Tween 20 oder 36 : 62 : 2), Tetrachlorkohlenstoff, Chlordane und DD verwendet[1]).

Angewandt wird Dibromäthan[2]) auf kleineren Flächen im Injektions-, auf größeren im Drillverfahren mit einer Einbringungstiefe von 15—20 cm; bei ersterem werden die Injektionen zu 2—6 ccm in Abständen von 25—30 cm verabfolgt, für letzteres sind Spezialmaschinen konstruiert[3]) (Reihenabstand 30 cm).

Für die Dibromäthananwendung sind höhere Temperaturen (über 21° C) günstig, unterhalb von 10° C ist die Wirkung geringer Dosen infolge zu langsamer Verdampfung ungenügend. Die Diffusionsrate ist gering. Eine Abdichtung des Bodens nach der Dibromäthananwendung ist nicht erforderlich, aber doch günstig, dies gilt auch für leichten Regen nach der Behandlung größerer Flächen. Durch stärkeren Regen wird die Verdampfung des Mittels und damit die Inkulturnahme des Bodens hinausgezögert. In nassem Boden sind die Entseuchungsergebnisse oft unbefriedigend.

Die Tiefenwirkung des Mittels ist sehr gut. Bei einer Injektionstiefe von 15 cm wird der Boden im Kreis von 15—20 cm von der Oberfläche bis in 30 cm Tiefe ausreichend durchgast; in weitgestellten Kulturen genügt Behandlung der Pflanzreihen.

Die praktisch angewandten Mengen wechseln etwas nach dem Entseuchungsziel (s. u.); sie liegen (für 10 vol%ige Mittel) im Injektionsverfahren bei 28,6 bis 58,0 ccm/qm (entsprechend 6,2—13,2 g/qm Wirkstoff), im Drillverfahren bei 16,8—21,0 ccm/qm, bzw. in schweren Fällen 33,6—42,0 ccm/qm (entsprechend 3,7—4,6 bzw. 7,3—9,2 g/qm Wirkstoff); sollen nur Pflanzenreihen geschützt werden, kann die Aufwandmenge auf $^2/_3$ bis $^1/_3$ gesenkt werden. Zur Vorentseuchung von Baumschulland und dergleichen werden die Aufwandmengen erhöht. Für 5%ige Präparate sind entsprechend die doppelten, für 20 vol%ige die halben Aufwandmengen zu wählen.

Infolge der geringen phytotoxischen Wirkung können Dibromäthanpräparate vor allem bei höheren Temperaturen in Beständen verwendet werden[4]). Bei Entseuchungen vor der Bestellung wird aber die Einhaltung gewisser Schutzfristen angeraten, die bei Temperaturen zwischen 10 und 16° C 10—14 Tage, bei solchen bis 20° C 6—10 Tage, bei Temperaturen über 21° C noch kürzere Zeit betragen können, wobei bei höheren Dosen entsprechend längere Zeit zu warten ist. Die Wartezeit kann durch Bodenbearbeitung abgekürzt werden[5]).

---

[1]) Hammond s. S. 267[6]); Chisholm et al. s. S. 267[8]); Mason, A. C. a. Chisholm, R. D., An ethyl. brom.-chlord. mixt. to contr. soil inhab. stag. of t. jap. beetle. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 639—641.

[2]) Vgl. z. B. Anon., Soil fumig. equipment now reaching market. Down to Earth **3** (2), 1947, 6—8; Lange s. S. 188[2]).

[3]) Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Lange s. S. 188[2]); Christie s. S. 188[3]); Cook s. S. 180[4]).

[4]) Lange s. S. 188[2]).

[5]) Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Christie s. S. 188[2]).

In der Empfindlichkeit der Pflanzen gegen Dibromäthan bestehen offensichtlich Unterschiede: Mais und Bohnen werden als wenig empfindlich[1]), Tomaten als empfindlich genannt[2]).

Fungizide Wirkungen üben nur ziemlich hohe Konzentrationen aus. Befunde liegen vor über: *Phytophthora cinnamomi* und *P. citrophora* (im Laboratorium am empfindlichsten (72 ccm/cbm)[3]), *Thielaviopsis basicola* (144—288 ccm/cbm)[4]), *Ceratostomella fimbriata* (1,84—5,52 ccm/qm)[3]), *Rhizoctonia solani* (144—183 ccm/cbm)[4]), *Fusarium oxysporum vasinfectum*[5]), *F. solani phaseoli* (244—285 ccm/cbm)[6]), *Sclerotium rolfsii* (*delphinii*) (in Mischung mit Dichloräthan)[7]).

Die nematozide Wirkung vor allem gegen *Heterodera marioni* ist ausgezeichnet. Im einzelnen liegen folgende Erfahrungen vor:

Heterodera marioni [Injektionsverfahren je 5—6 ccm in 30 cm Abstand = 48 bis 58 ccm/qm 10 vol%iger Präparate (entsprechend 10,3—13,2 g/qm Wirkstoff), Drillverfahren 17—21 ccm/qm; bei Mitteln mit höherem oder niederem Gehalt auf Wirkstoffbasis umgerechnet geringere oder höhere Mengen (von 40 Gew.% W-40 12,5 ccm/qm empfohlen[8]); diese Verfahren sind zur kulturalen Behandlung geeignet; für Vorentseuchung und bei schwerem Befall werden die Dosierungen um 30–100% erhöht, auch im Gemisch mit Chlorpikrin (9 EDB:1 Chlorp.) verwendet[9])], *H. rostochiensis*[10]), *H. schachtii* (22,4–44,8 g/qm 15%iges Präparat = 3,3–6,7 g/qm Wirkstoff 3—4 Tage vor dem Pflanzen[11]); von einigen Erzeugern gegen Rübenälchen vorerst nicht empfohlen, da Erfolg unbefriedigend[12]).

Lumbriciden werden geschädigt, jedoch baut sich die Population bald wieder auf[13]).

Über insektizide Anwendungen liegen noch relativ wenige Berichte vor.

Coleoptera: Scarabaeidae: *Phyllophaga* sp. [Injektionsverfahren, je 1 bis 2,75 ccm mit 5—16 Injektionen je sq. yd. (= 1,19 qm), 75—100%, die niedrigeren Aufwandmengen unzureichend gegen Vollkerfe im Winterlager; Mischung mit Dichlorpropan-Dichlorpropylen[13]); Gemisch zu gleichen Teilen wirkt durchschlagend[13])], *Popillia japonica* [Emulsionsgießmittel im Gemisch mit Dichloräthan; verdünnt je nach Bodenart 1 : 3 (zum Tauchen von Töpfen) — 5 : 3 (in Baumschulen) ccm auf 1 l[14])], *Amphimallon majalis* (Tauchen der Topfpflanzen in Dibromäthan-Dichloräthanemulsion wie bei *Popillia*[15]).

---

[1]) Lange s. S. 188[2]).

[2]) Newhall a. Lear s. S. 177[1]). [3]) Zentmyer a. Klotz s. S. 273[3]).

[4]) Zentmyer a. Kendrick s. S. 197[6]).

[5]) Meuli, L. J. a. Swezey, A. W., Soil fumig. f. t. contr. of sweet pot. black rot. Down to Earth **5**, 1949 (3), 2—4.

[6]) McClellan s. S. 256[11]).

[7]) Smith, A. L., Contr. of cotton wilt a. nema. w. a soil fumig. Phytopath. **38**, 1948, 943—947; ders., Phytopath. **39**, 1949, 499.

[8]) Newhall a. Lear s. S. 177[1]); Christie s. S. 188[2]); Stark a. Lear s. S. 179[1]); Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]); Smith s. S. 288[7]); Meuli a. Swezey s. S. 288[5]).

[9]) Stark, Lear a. Newhall s. S. 184[3]).

[10]) Martin s. S. 274[3]); Dimock, A. W. a. Lear, B., Soil treatm. w. Parathion f. t. contr. of root knot nema. a. golden nema. Phytopath. **40**, 1950, 490—463.

[11]) Thorne a. Jensen s. S. 274[2]).

[12]) Allen a. Raski s. S. 180[5]). [13]) Hammond s. S. 267[6]).

[14]) Mason a. Chisholm s. S. 267[4]); Chisholm, R. D., Koblitzky, L., Mason, A. C. a. Coles, L. W., T. prep. of aqu. sol. of ethyl. dibrom.-ethyl. dichl. mixt. f. fumig. of jap. beetle larv. in soil. U. S. Dep. Agr. B. E. P. Q. **E—694**, 1946.

[15]) Gambrell a. Mason s. S. 267[8]).

Elateridae: Drahtwürmer (8,2—32,5 g/qm der 10—25 vol%igen Präparate; am besten 7—15 Tage vor der Saat, in lockerem Boden besonders wirksam; Wirkung und Nachwirkung sehr gut; Ergebnisse sehr gut, wenn auch wahrscheinlich mit den Versuchsbedingungen und der Dosis wechselnd)[1]).

Curculionidae: *Conotrachelus nenuphar* (Emulsion ungenügend)[2]).

γ) 1-Chlor-3-brompropylen

wird als aussichtsreiches Fungizid zur Bodenentseuchung genannt. Es kann nach der Injektionsmethode bei Bodentemperaturen von 10—21° C und einer Bodenfeuchtigkeit von unter 85% ohne nachfolgende Wasserabdichtung 2—3 Wochen vor der Saat verwendet werden. Es wirkte gegen *Pythium ultimum* (9,2—27,6 ccm/qm) und *Pyrenochaete terrestris* (23 ccm/qm), im Laboratorium auch gegen *Fusarium solani* und *Verticillium albo-atrum* (0,02—0,04 ccm/l) und trockene Sklerotien von *Sclerotium rolfsii* und *Sclerotinia sclerotiorum* (0,025—0,075 ccm/l)[3]).

11. Aromatische Chlorverbindungen

a) Paradichlorbenzol

Seit 1918 ist diese kristallisierte (Fp. = 56° C), aber bei Temperaturen über 12° C relativ rasch vergasende ($p_{25° C}$ = 1 mm) Substanz als Insektizid eingeführt[4]). Die Wirkung ist von der Bodenart wenig abhängig, jedoch in schweren Böden geringer als in leichten[5]). Unter günstigen Bedingungen verdampfen z. B. 14 g p-Dichlorbenzol in 6 Wochen, 28 g in 21½ Wochen. Die Sublimationsgeschwindigkeit ist der Kristallgröße umgekehrt proportional[6]).

Die seitliche Reichweite im Boden beträgt etwa 13, die Tiefenwirkung etwa 30 cm. Ein Verfahren zur Bestimmung der Substanz im Boden ist ausgearbeitet[7]).

Die Wirkung des p-Dichlorbenzols ist von der Temperatur abhängig[8]): unter 10° C ist die Verdampfungsgeschwindigkeit zu gering, bei Temperaturen um 30° C so hoch, daß Gefahr für die Pflanzen durch zu starke Vergasung besteht. Die Angaben über die Anwendungstemperaturen schwanken stark, offenbar weil die Wirkung von den jeweiligen Nebenumständen (Zustand der Tiere und Pflanzen, Gasaustausch zwischen Boden und Luft) abhängig ist: für die Pfirsichbohrerbekämpfung werden z. B. Optima von 12–16° C[9]), 21—27° C[10]) und von

---

[1]) Lange, W. H., Ethyl. dibrom. a. Dichloropropane-dichloropropene mixt. f. wirew. contr. Jl. ec. Ent. **38**, 1946, 643; ders., s. S. 188[2]); Greenwood s. S. 275[2]); Lange, Carlson a. Leach s. S. 191[7]); Cook s. S. 180[4]); Meuli a. Swezey s. S. 288[5]); Clayton, Gaines, Graham a. Todd s. S. 273[12]); Kincaid a. Volk s. S. 274[1]); Middleton, Stone a. Kendrick s. S. 273[11]).

[2]) Snapp, O. J., New insectic. f. contr. of plum curcul. on peach. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 569—574.

[3]) Kreutzer, W. A. a. Montagne, J. Th. W., Chlorobromopropene, a potent. fungic. soil fumig. Phytopath. **40**, 1950, 16.

[4]) Howard s. S. 259[6]); Blakeslee s. S. 264[8]).

[5]) Burns, A. N., Rep. Bur. Sug. Exp. Stas. Queensld. **29**, 1929, 40—45.

[6]) Darkis, F. R., Vermillion, H. E. a. Gross, P. M., p-Dichlorbenz. as a vap. fumig. Ind. Eng. Chem. **32**, 1940, 946—949.

[7]) Chisholm, R. D. a. Koblitzky, L., Determ. of paradichlorb. in soil. Jl. Ass. off. agric. Chem. **26**, 1947, 273—277.

[8]) Vgl. unter *Sanninoidea* S. 292 und *Lepidiota* S. 293, auch Chigarev S. 239[9]).

[9]) Chandler s. S. 276[12]). [10]) Mungomery s. S. 260[13]).

24—30° C[1]) angegeben. Jedenfalls soll die Paradichlorbenzolanwendung weder in den kalten Monaten (im Winter unwirksam!) noch bei zu heißer Witterung vorgenommen werden; beste Anwendungszeit ist meist der Herbst, weniger gut, aber möglich, das Frühjahr. Bei Nässe ist p-Dichlorbenzol unwirksam, wird aber bei Austrocknung des Bodens wieder wirksam[2]).

Angewandt wird p-Dichlorbenzol als Streumittel, in Löchern in 20—40 cm Abstand, in Mengen von 10–30 g, meist etwa 40 g/qm[3]), oder in Furchen (etwa 500 g/qm). Besondere Einbringungsgeräte wurden beschrieben[4]). Zur Bekämpfung von Schädlingen an der Basis von Bäumen wurde das Ringverfahren ausgebildet[5]). Der Boden um den Wurzelhals wird nach Entfernung von Gras und Steinen geglättet, Bodenrisse werden zugestrichen, und dann wird in etwa 4 cm Abstand um den Baum ein 4 cm breiter Ring von Kristallen gestreut, sorgsam mit mäßig feuchtem Boden bedeckt, oder falls die Schädlinge an der Stammbasis auftreten, ein entsprechend hoher Ringwall angelegt (15 bis 30 g/Baum, etwa 5 cm). Nach 4—6 Wochen wird die angehäufelte Erde mit den Resten des Mittels entfernt.

Zur Bereitung von Lösungen, die injiziert oder (ev. emulgiert) gegossen werden, dienen Schwefelkohlenstoff und Tetrachloräthan[6]), Petroleum[7]) und Öle (z. B. mit mischbarem Öl „Parascaleid“)[8]). Dosierungsgeräte sind beschrieben[9]).

In mäßig hohen Gaben ist p-Dichlorbenzoldampf bereits für Pflanzen schädlich; weder die Kristalle noch Lösungen und Emulsionen sollen daher unmittelbar an die Stämme der Bäume gebracht werden. Auf die erhöhte Empfindlichkeit junger Pflanzen ist bei der Dosierung Rücksicht zu nehmen (s. u.). Die einzelnen

---

[1]) Essig, E. O., T. paradichl. benz. treatm. Jl. ec. Ent. **15**, 1922, 178; ders., Paradichl. as a soil fumigant. Calif. agr. exp. Sta. Bull. **411**, 1926.

[2]) Jarvis, E., Rep. Bur. Sug. Exp. Stas. Queensld. **22**, 1924, 219; Jenkins, C. F. M., Termites or white ants. Jl. Dep. Agr. W. Austr. **18**, 1941.

[3]) Vgl. Gough, s. S. 177[2]).

[4]) Kostenko s. S. 188[1]); Makhnovskii s. S. 188[1]).

[5]) Blakeslee s. S. 264[8]); vgl. *Sanninoidea* s. S. 292.

[6]) Cottrell-Dormer, W., Queensld. Agr. Jl. **25**, 1926, 45; Mungomery, R. W., Rep. Bur. Sug. Exp. Stas. Queensld. **30**, 1930, 47; Jarvis s. S. 253[3]) u. 266[17]); Bell s. S. 218[9]) u. 253[3]); Printz s. S. 153[7]); ders. s. S. 254[4]).

[7]) Siegler, E. H., Prel. exp. in the appl. of paradichl. in liquid form ag. the peach tree borer. Jl. ec. Ent. **20**, 1927, 701—702; Siegler, E. H. a. Brown, L., A digest of add. exp. in the applic. of paradichl. in soil ag. the peach borer **22**, 1929, 217—222; Bell s. S. 253[3]) u. a. m.

[8]) Severin, H. C., Ent. Ann. Rep. S. Dakota agr. exp. Sta. **1927—28**, 16—19; Cory, E. N., Exp. with pine oil prepar. Bull. Maryld. agr. exp. Sta. **298**, 1928, 184—186; Driggers, B. F., Orient. peach moth invest. Rep. N. Jers. agr. exp. Sta. **1929**, 145–154; Marlatt s. S. 260[4]); Hutson, R., Contr. measures for apple tree borers. **62**. Ann. Rep. Ent. Soc., Ontario 1932, 46; Vogel, M. A. a. Neiswander, R. B., The lesser peach borer *Aegeria pictipes*. Bim. Bull. Ohio agr. exp. Sta. **18**, 1933, 51; Chandler, S. C., Liqu. appl. to contr. peach borer a. lesser peach borer. Jl. ec. Ent. **29**, 1936, 754—756.

[9]) Snapp, O. J. a. Thomson, J. R., A device f. regul. the quant. of liquid us. in spray. Jl. ec. Ent. **27**, 1934, 832—834.

Arten sind verschieden empfindlich, so Apfel empfindlicher als Pfirsich[1]). Die Schädigungsgefahr ist bei frühzeitiger Behandlung besonders groß im Gegensatz zu Dichloräthan[2]).

Die fungizide und nematozide Wirkung des p-Dichlorbenzols ist gering. Neuerdings wird es als Ausrottungsmittel für falschen Mehltau an Tabak empfohlen[3]). Gegen *Heterodera marioni* liegen teils negative (7 g/13 cm Topf)[4]), teils positive (Ringverfahren, 7—10,5 g/Pfl. an Cyclamen)[5]) Angaben vor.

Über die insektizide Wirkung wird berichtet:

Myriapoda: *Scutigerella immaculata* [teils negativ[6]), teils positiv; 28–34 g/qm, in 25 cm breiten, 15 cm tiefen Furchen im Abstand von 45 cm 50—75 g/qm, zur Behandlung des Untergrundes nach Entfernung der Krume als Schranke gegen aufsteigende Tiere[7]), jedoch nicht in allen Fällen wirksam[8]); im Gewächshaus 72 g/qm[9])].

Orthoptera: *Gryllotalpa gryllotalpa* (in 5 cm tiefen Furchen im Abstand von 80—100 cm, 150—200 g/lfdm)[10]).

Isoptera: Termiten an Citrus (7 g/Pflanze in einem Kreis von 75 cm Radius und 5 cm Tiefe)[11]), an Reben (56 g in einem 7–10 cm tiefen Graben 15–22,5 cm von der Pflanze entfernt)[12]), dagegen nicht an Tee (3—4 g/Pflanze)[13]).

Hemiptera: *Pseudococcus kenyae* o. ähnl. Art an Kaffee (je nach Alter des Baumes 42–112 g)[14]), *Ps. brevipes* (2–10 g/Pfl.)[15]), *Ps. lilacinus*[16]), *Ps. citri*[17]), unbestimmte Art an Pfefferminze (136 g/qm)[18]), *Aradus cinnamoneus*[19]), *Eriosoma lanigerum* (Ringverfahren, 21—18 g/Baum)[20]), *E. pyricola* (70 g um die Bäume

---

[1]) Guyton, T. L. a. Stear, J. R., PDB a. oth. contr. f. the peach tree borer. Pennsylv. Dep. Agr. Gen. Bull. **383**, 1924; Speyer et al. s. S. 260[8]).

[2]) Wortley a. Steiner s. S. 268[11]).

[3]) Pinckard, J. A. a. McLean, R., Paradichl. an erad. fungic. eff. ag. downy mildew of tobacco. Phytopath. **29**, 1939, 216—219.

[4]) Rosen, H. R., Neg. res. obtain. by the use of parad. ag. the root-knot nemat., *Het. rad.* Phytopath. **16**, 1926, 635—636.

[5]) Gardner, L. R., An exp. on the contr. of nemat. Jl. Ent. a. Zool. **18**, 1926, 43.

[6]) Wymore s. S. 241[9]); Anon. s. S. 241[9]); Brunetau s. S. 257[5]).

[7]) Riley s. S. 257[5]).

[8]) Filinger, G. A., Obs. on habits a. contr. of t. garden centip., *Scut.*, a pest in greenh. Jl. ec. Ent. **21**, 1928, 357—360; ders. s. S. 173[4]); Michelbacher s. S. 222[1]).

[9]) Wymore s. S. 241[9]); Feytaud, J., Contr. à l'et. d. Symphales. Rev. Zool. agr. e. appl. **25**, 1926, 1—11 u. 25—32; Essig, Bull. **411**, s. S. 290[1]).

[10]) Conte s. S. 257[7]).

[11]) Hargreaves, E., Rep. Lds. For. Dep. Sierra Leone **1928**, 1929, 20.

[12]) Jenkins s. S. 290[2]). [13]) Jepson s. S. 244[5]).

[14]) Hargreaves, H., Rep. Dep. Agr. Uganda **1922**, 1924, 29.

[15]) Hosni a. Shafik s. S. 213[1]).

[16]) Hancock, G. J. R., Ann. Rep. Assist. Ent. Ann. Rep. Dep. Agr. Uganda **1926**, 25—28; Hargreaves, H., Ann. Rep. Gov. Ent., Rep. Dep. Agr., Uganda **1927**, 24—27.

[17]) Anon., Assist. Ent. Rep. Farmers' Jl. Uganda Pl. Pest Board **7**, 1925—26; Hargreaves, H., Ann. Rep. Gov. Ent. Ann. Rep. Dep. Agr. Uganda **1925**, 21—28.

[18]) Harris, W. V., Rep. Dep. Agr. Tanganayika **1934**, 84.

[19]) Strawinsky, K., Tepiene owador parad. Las Polski 1928.

[20]) Essig s. S. 290[1]); Howard, 1918, s. S. 259[6]); Pettit, R. H., Rep. Bd. Agr. Mich. **63**, 1925, 209—219; Anon., Rep. agric. hort. Res. Sta. Bristol **1925/26**, 125; Cutright s. S. 240[6]); Ramachandro, Raoy, Administ. Rep. Gov. Entom. Coimbatore 1928; Nakayama, S., Tanaka, T. a. Maruta, S., The woolly apple aphis in Chosen, Korea 1928, 218; Marcovitch s. S. 258[11]); Rekk s. S. 244[6]).

gestreut und 15 cm tief eingearbeitet)[1]), *Dactylosphaera vastatrix* (20 g/lfdm, 15—20cm tief oder Schwefelkohlenstofflösung nur Kulturalwirkung, 10–30 g/qm bzw. 145 g/qm, sp. als 15—17,2 cm tiefe Injektion in 35 cm Abstand)[2]), *Anuraphis persicae niger* (7—9 bzw. 14 g/Baum flach eingebracht und mit Erde bedeckt)[3]).

Lepidoptera: *Sanninoidea exitiosa* (Hauptverwendungsgebiet[4]); Dosierung im Ringverfahren (81—100%) nach dem Alter der Bäume gestaffelt: in Baumschulen 30 g/lfdm, in 5—8 cm Abstand von den Bäumen, in Furchen gestreut, neuerdings aber als gefährlich für die Bäume bezeichnet[5]); für 1—3jährige Bäume je 3,5–7 g, für 4–5jährige je 21 g, für 6–10jährige je 28 g und für ältere je 28—36 g im Herbst oder auch (weniger gut)[6]) im Frühjahr; bei übernormalen Herbsttemperaturen und bei zu später Frühjahrsbestellung werden die Bäume geschädigt; Lösungen sind auch verwendbar: in Benzin (28 g auf 50 ccm), um die Bäume gegossen[7]), mit Kiefernöl (100 g/100 ccm) emulgiert (1:9—1:4) (schädigt

---

[1]) French a. Levick s. S. 240[6]); Jakobson, W. C., Bur. of Plant Quar. a. pest contr. Mon. Bull. Calif. Dep. Agr. **15**, 1927, 113—147.

[2]) Kornauth, K., Ber. üb. Tätigk. der landw. bakt .u. Pfl.schutzsta. Z. landw. Versuchsw. i. Deutsch-Österreich **22**, 1919, 93 u. **23**, 1920, Sonderh. S. 26; Essig s. S. 290[1]); Cory, E. N., Rep. Maryld. agric. Soc. **7**, 1923, 240; Vasiljev, J. V., (Is it nec. to contr. leaf phyll.) Vestn. Vinodel. Ukraine **30**, 1929, 262—265; Grandori, R., L. lotta contro la fillos. della vite mediante il Para-Italia. Boll. Lab. Zool. Agr. Bachic. Milano **1**, 1930, 95—110; Dalmasso, G. e. Manzoni, L., Sugli esp. col. parad. come rimedio antifilloss. Nuovi Ann. Agric. **10**, 1930, 302–322; Printz s. S. 153[7]) u. 254[4]).

[3]) Anon., Ohio agr. exp. Sta. 43. Ann. Rep. Bull. **382**, 1924, 34—37; Cutright, Paradichl. against the black peach aphis, *Anuraphis pers. niger*. Jl. ec. Ent. **20**, 1926, 250—253; Chandler s. S. 270[3]).

[4]) Blakeslee s. S. 264[8]); Peterson, A., Some soil fumigation exp. w. parad. f. the contr. of the peach-tree borer, *Sann. exit.* Soil Sci. **11**, 1921, 305—318; ders. Exp. with var. subst. for the contr. of the peach-tree borer, *San. exit.* Rep. N. Jers. agr. exp. Sta. **1920/21**, 1922, 378—388; ders. 1926 s. S. 246[5]); Essig s. S. 290[1]); Herrick s. S. 210[10]); Craighead, E. M., Emergence rec. of the peach tree borer in Pennsylv. Jl. ec. Ent. **16**, 1923, 376–377; Snapp, O. J. a. Alden, C. H., Stud. with parad. f. peach borer contr. w. spec. ref. to its use on young peach trees. U. S. Dep. Bull. **1169**, 1923 u. U. S. Dep. Agr. Ent., Techn. Bull. **58**, 1928; Zappe, M. P., Tests of parad. as a remedy f. the peach-borer. Connect. agr. exp. Sta. Bull. **247**, 1923, 331—332; Snapp, O. J., Three years of parad. exp. in the south. Jl. ec. Ent. **17**, 1924, 253–259; ders., A new method of contr. the peach borer, *Synanthedon exitiosa* Say. with spec. applic. to young trees. Jl. ec. Ent. **25**, 1932, 786; ders. s. S. 267[2]); Guyton a. Stear s. S. 291[1]); Chandler, S. C., Some rec. develop. in the use of parad. Jl. ec. Ent. **17**, 1924, 246—251; ders., Life hist. stud. of the peach tree borer in south. Illinois. Trans. Ill. St. Acad. Sci. **19**, 1926, 191–194; ders., Suppl. contr. meas. f. the oriental fruit moth. Jl. ec. Ent. **23**, 1930, 596—599; ders., s. S. 276[12]); Magill, W. W. a. Olney, A. J., The peach borer a. parad. treatm. Ext. Circ. Coll. Agr. Kent **159**, 1928, 4 S.; Snapp, O. J. a. Swingle, H. S., Res. of further invest. with paradichl. around peach trees with spec. ref. to injury. Jl. ec. Ent. **22**, 1929, 782—785; Snapp a. Thomson s. S. 266[15]) u. S. 267[10]); Haseman, L. a. Sullivan, K. G., An invest. to det. what ins. are inj. to nursery stock. ... Miss. agr. exp. Sta. Bull. **197**, 1922; Thompson, B. G., The aegeriidae or Clearwing moths occurring in Oregon. Bienn. Rep. Oreg. Bd. Hort. **19**, 1927, 125; Smith, E. H. s. S. 267[2]); Neiswander s. S. 268[4]); Townsend s. S. 268[3]); Smith a. Weerhoff s. S. 268[4]).

[5]) Snapp s. S. 267[13]); Wheeler s. S. 267[11]).

[6]) Bobb s. S. 267[12]).

[7]) Siegler a. Brown s. S. 290[7]); Snapp a. Swingle s. S. 292[4]); Anon. s. S. 222[3]); Bell s. S. 253[3]); Snapp 1932 s. S. 292[4]).

Apfel-, aber nicht Pfirsichbäume)[1]), in Baumwollsaatöl (4—21 g auf 120—474 ccm) oder Sojaöl, vor allem für Baumschulen[2]); neuerdings werden aber manche flüssigen Anwendungsformen als für die Bäume gefährlicher bezeichnet[3]), ihre insektizide Wirkung ist aber besser als die der Kristalle), *S. opalescens* und *S. graefi* (14—56 g/Baum)[4]), *S. pictipes* (240 g/l Baumwollsaatöl, an die Bäume geschmiert, 75%)[5]), *Saperda candida* (aber Pflanzenschäden; Emulsion besser)[6]), *Laspeyresia molesta* (nicht immer erfolgreich)[7]), *Euzophera semifuneralis*[8]), *Hydroecia immanis* (82 bis 95%)[9]), *H. micacea* (0,5 g/Pflanze)[10]), *Pennisetia marginata* (nicht empfehlenswert wegen Pflanzenbeschädigung)[11]), *Diatrea sacharalis*[12]), *Hypsa undulifera*[13]), *Agrotis radians*[14]), *Hypopta agavis*[15]) und *H. caestrum*[16]).

Coleoptera: Scarabaeidae: *Popillia japonica* (34 g/qm 2,5 cm tief in 10 cm Abstand eingedrillt, 75%, nach 3 Tagen kann wieder bearbeitet werden; auch zur Verhütung der Eiablage angewandt)[17]), *Lepidiota albohirta, L. trichosterna, L. furfuracea, L. frenchi, L. consolvina, L. caudata, L. rothei* und *Anoplognathus boisduvali* (3,5—13, meist 7 g/qm 12 cm tief in 30—45 cm Abstand; 6 Wochen lang wirksam; am besten bei 21—27° C, nie unter 16° C; vermindert aber in manchen Fällen die Erträge, 48—49%[18]), oder Gemisch mit Schwefelkohlenstoff je 9—9,5 g/qm)[19]),

---

[1]) Severin, H. C., Ann. Rep. S. Car. agr. exp. Sta. **1927/28**; Cory s. S. 290[8]).

[2]) Snapp a. Thomson s. S. 266[15]) u. 267[10]); Chandler s. S. 290[8]).

[3]) Wortley a. Steiner s. S. 268[11]).

[4]) Michelbacher a. Smith s. S. 269[10]); Essig 1926 s. S. 290[1]); Lathrop, J. H. a. Trask, V., Furth. stud. of prune root borer contr. in Oregon. Jl. ec. Ent. **17**, 1924, 290—295; Thompson, B. G., The peach a. prune root borer injurious to cherries. Jl. ec. Ent. **19**, 1926; ders. s. S. 292[4]).

[5]) Vogel a. Nelswander s. S. 290[8]); Chandler 1936 s. S. 290[8]).

[6]) Chandler a. Flint s. S. 259[7]).

[7]) Peterson, A. a. Stearns, A. A., A prel. rep. on the oriental peach moth in N. Jers. N. J. agr. exp. Sta. Circ. **175**, 1925; Garman, P., Stud. of the habits a. contr. of the oriental peach moth. Connect. agr. exp. Sta., Bull. **265**, 1925, 299—303; Bull. **275**, 1926, 280—286; Bull. **294**, 1928, 263—271; Bull. **313**, 1930, 401—451; Stearns, L. A., The hibernation quarters of *Laspeyresia molesta.* Jl. ec. Ent. **20**, 1927, 185—189; ders., The oriental fruit moth. Bim. Bull Ohio agr. exp. Sta. **13**, 1928, 35—43; Gagle, L. R., The oriental fruit moth. Proc. **33**. Ann. Mtg. Virg. Bt. Hort. Soc. **1929**, 133—136; Chandler, 1930, s. S. 292[4]).

[8]) Peterson, Bull. **391** s. S. 246[5]).

[9]) Hawley s. S. 222[4]).

[10]) Esterberg, L. K., On two little known ins. pests of onion. Plant. Prot. **1932**, 79.

[11]) Dampf, A., Contr. al conocimiento de la morfologia de los primeros estados de *Hypopta agavis* (chilodora), plaga de los magueyes en la mesa Central de Mexico. Estud. Ofic. Defensa Agr. **1927**, 5—26.

[12]) Holloway, T. E., The contr. of the sugar cane borer. U. S. Bur. Ent. New York, Rep. Facts Sugar **14**, 1922; Howard, L. O., Rep. Ent. U. S. Dep. Ent. Agr. **1922**, 328.

[13]) Cotterell, G. S., Rep. Ent. Div. Gold Coast. Rep. Agr. Dep. **1925**, 34—36.

[14]) Ballard, E., 5. Ent. Prog. Rep. (Australia). Emp. Cotton Growing Rev. **3**, 1926, 276—279.

[15]) Grandi, G., *Hyp. caestr.*, Boll. Lab. Ent. Bologna **3**, 1930, 221—244.

[16]) Essig s. S. 290[1]); Peterson, Bull. **391**, s. S. 246[5]).

[17]) Howard s. S. 222[4]); Fleming, Bull. **410**, s. S. 194[3]); ders., Soil insectic. f. the japan. beetle, Jl. ec. Ent. **21**, 1928, 813—818; Lipp, J. W., The eff. of paradichl. a. naphth. in prev. ovipos. by the jap. beetle. Jl. ec. Ent. **27**, 1934, 500; Anon., 1942, s. S. 220[8]).

[18]) Jarvis, Queensld. Agr. Jl. **22**, 1924, 150; **24**, 1925, 219—223; **28**, 1927, 108—211, 339; **29**, 1928, 97—107 (Zusammenfassung); Rep. Bur. Sugar Exp. Stas. Queensld. **28**, 1928, 14–19; Jarvis a. Burns s. S. 242[14]); Burns, A. A. a. Mungo-

Lachnosterna spp. (28 g/Pflanzstelle in 22,5 cm Radius, nachher wässern bzw. 90 bis 198 g/qm relativ langsam wirkend; an *Taxus* im Ringverfahren 5 g/Baum)[1]), *Pentodon punctatus* (12—20 g/Pflanze, in 4 Injektionen 10—15 cm tief, in 15 bis 20 cm Abstand vom Baum)[2]), *Odontria zealandica* (102—136 g/qm, 7,5 cm tief)[3]), *Melolontha* spp. und *Polyphylla* spp.[4]) (möglichst in größeren Löchern ausgebreitet, 27—60 g/qm, bzw. Injektionen von 3—10 g, je nach Bodenart, 18—70 cm voneinander entfernt, 10—20 cm tief; 75—100%; manchmal besserer Erfolg bei geringerer Einbringungstiefe, 6—12,5 cm ferner besser auf besonnten, warmen als auf schattigen, kühlen Flächen; etwa 20 g/lfdm in 20–25 cm tiefen Furchen in 1 m Abstand), *Polyphylla olivieri* (Gemisch mit Schwefelkohlenstoff 1 : 2, 70—80 g/qm[5]). *Pseudoholophylla furfuracea*[6]), *Amphimallon solstitialis* (je 4 g 2—5 cm tief in 25 cm Abstand)[7]), *A. vulpina* (67–134 g/qm, mit 2 cm Sand bedeckt; wirkt gut im Mai, versagt im August)[8]), *Phyllopertha nazarena* (7,4 g/qm, 50%)[9]), *Ph. horticola* (mit Naphthalin vermischt 1 : 4, in Benzin gelöst, 50 g/Wirkstoffmischung/qm, 75%)[10]).

---

mery, R. W., Queensld. Agr. Jl. **24**, 1925, 443—444; Mungomery, R. W., Queensld. Agr. Jl. **28**, 1927, 104, 220, 337 und S. 260[13]); ders., Rep. Bur. Sugar Exp. Stas. Queensld. **29**, 1929, 45; **31**, 1931, 45; 32. **1932**, 55; Tryon, H., Pineapple dis. investig. Interim Rep. Queensld. Agr. Jl. **30**, 1928, 26—34.

[13]) Jarvis, E., The contr. of root eating Scarabaeid grubs in Queensld. a. cane fields. 4. int. Congr. Ent. Ithaca N. Y. 1928, **2**, 1929, 25; Jarvis s. S. 253[3]); Lopez, A. W., Rep. Res. Bur. Philipp. Sug. Ass. **1929/30**, 1931, 145; Bell s. S. 218[9]).

[1]) Box s. S. 242[11]); Wolcott, D. N., Rep. Port. Ric. (ins.) exp. Sta. **1922/23**, 1924, 51; Johnston a. Eaton s. S. 261[4]); Schwardt s. S. 221[1]).

[2]) Goidanich, A., Un metode di lotta efficace contro larve di alc. Scarabeidi. L'Italia Agr. **86**, 1931, 857—860.

[3]) Cottier s. S. 221[4]).

[4]) Golovyanko, Z. S., Paradichl. z. Bek. d. Larv. v. *Poll. fullo* in Weinb. u. Sanden d. unt. Dnjepr. Kiew Nat. Comm. Agr. **1927**; ders., Vers. üb. d. Anw. v. Paradichl. geg. Maik.larv. (*Mel. mel.*). Sbor. Sortovo Semenn. Upravl. **1928**, 115—136; ders., Vish. Sadiv. Vinogr. Gorodn. **1929**; ders., Res. of t. applic. of paradichl. ag. larv. of t. forest cockchafer, *Mel. hippoc.* Leningrad 1930; ders., Res. obt. w. polychlorides a. paradichl. ag. t. larv. of *Pol. fullo* a. *Mel. hippoc.* Bull. ent. Res. **24**, 1933, 531; ders., T. contr. of t. larv. of cockchafers. Kiew 1935; Gusev, V. J., D. Maik. i. d. Kieferbest. d. Stawropoler Rayons. Kr. Samara. Lesn. Otd. Sr. Volzhask. obl. zem. Upravl. **1929**; Dekthiarev, N. S., Notes on t. scarab. beetles att. vines in Ukraine. Bull. ent. Res. **20**, 1929, 95—98; Chigarev, G., On t. depth to which parad. should introd. into t. soil fumig. (*Poll. fullo*). Vestn. Vinogr. Vinodel Vinotorg. Odessa **2**, 1930, 117—122; ders., s. S. 239[9]); Kostenko, M. N. K., (T. eff. of paradichl. on t. larv. of *Poll. fullo* in rel. to t. time of its introd. int. t. soil.) Trudi Oleshk. pischano-meliorativn. dosvidn. Sta. Dosvidn. Viddil. **2**, 1928, 3–14; ders., (An exp. int. contr. of t. larv. of *Poll. fullo* in t. lower Dnjepr sands by appl. polychl. to t. soil.) Dosvidn. Viddil. **3**, 1930; ders., s. S. 188[1]); Sokanovskii, B., Res. of t. use of parad. ag. *Mel.* larv. in t. cond. of Moscow distr. Pl. Prot. **8**, 1931, 548—551; Printz s. S. 153[7]); Rekk, G. F., Works w. parad. dur. t. summer 1929 in rel. to young fruit trees. (Prel. inf.) Bull. Mleev. hort. exp. Sta. **1930**; Zhirkov, S. G., On t. biol. of t. may cockch. a. its contr. Nachr. forsttechn. Inst. Kasan **1**, 1931, 117—134; Grandori s. S. 292[2]); Krasnyanskii s. S. 243[12]).

[5]) Printz s. S. 254[4]).

[6]) Mungomery, R. W., Field rep. South Assist. Ent. Queensld. Agr. Jl. **25**, 1926, 206, 210 u. 26, 1926, 52—53.

[7]) Strawinsky s. S. 291[19]).

[8]) Franklin, H. J., Injur. by a. benef. ins. aff. the cranbery. Mass. agr. exp. Sta. Bull. **388**, 1942, 37—40 u. S. 238[6]).

[9]) Rionay s. S. 247[9]). [10]) Bennett s. S. 247[14]).

Elateridae: Drahtwürmer meist p-Dichlorbenzol als wenig wirksam oder in den wirksamen Gaben pflanzenschädlich; besser wirkten Emulsionen (0,7% mit 10% Schwefelkohlenstoff) und Lösungen (1 g in 7 g CS_2)[1]).

Buprestidae: *Capnodis tenebrionis* (Ringverfahren, 24—64 g/Baum, 95%)[2]).

Chrysomelidae: *Leptinotarsa decemlineata* (Emulsion mit 25 g und 50 g Benzin in Wasser, 1 l/qm)[3]), *Paria canella* (2–8 g/qm)[4]), *Rhiparida morosa*[5]), *Epitrix cucumerinus*[6]), *Aulacophora abdominalis* (wirksame Konzentration schädigt Pflanzen)[7]).

Cerambycidae: *Prionus californicus* (Ringmethode, 14 g/Baum, 50%, oder Petrollösung 9—12 g/100 ccm in flachen Gräben um den Baum)[8]), *Xylocrius agassizii* (28 g/Pfl. mit wechselndem Erfolg)[9]), *Anthores leuconotus*[10]).

Curculionidae: *Conotrachelus nenuphar* (4% Mineralölemulsion gespritzt)[11]), *Ceutorrhynchus pleurostigma* (mit Kalk 1:9 verdünnt, 9 g/qm)[12]), *Diaprepes vittatus* und *Pachnaeus litus*[13]) (aber ohne Erfolg gegen *Diaprepes spengleri*)[14]), *Otiorrhynchus sulcatus* (0,25 g/10 cm Topf)[15]), *O. turca* (34 g/qm, 72—79%)[16]), *Barypithes araneiformis*[17]), *Cleonus punctiventris*[18]).

Diptera: Wirkung im allgemeinen unzureichend. *Contarinia torquens* (150 g/qm)[19]), *C. tritici* und *Sitodiplosis mosellana* (Bestäuben ohne Erfolg, Lösung in Kerosin etwa 3 l/qm wirksam)[20]), *Chortophila brassicae* (gemischt mit Ruß 1:9,

---

[1]) Essig s. S. 290[1]); Golovyanko, 1928, s. S. 294[4]); Anon. s. S. 242[12]); Hawkins s. S. 243[7]); McDougall s. S. 204[1]); Speyer, Read a. Orchard s. S. 260[8]); Eddy, C. O., La. agr. exp. Sta. Bull. **350**, 1942; Pepper s. S. 254[4]); Miles a. Cohen s. S. 246[11]).

[2]) Libes, R., Emploi d. paradichl. benz. contre l. ins. d. sol. Progr. agric. vitic. **82**, 1924, 400; Rekk s. S. 244[6]).

[3]) Feytaud s. S. 243[9]).

[4]) Weigell a. Doucette s. S. 239[4]).

[5]) Jarvis, 1927, s. S. 242[14]); Bates, G., Cane pests. Queensld. Agr. Jl. **27**, 1927, 500—501.

[6]) Cottrell-Dormer, W., Cane dis. a. pests. Queensld. Agr. Jl. **23**, 1925, 271–272; Hanson, A. J., The potato flea beetles, *Epitrix cucumerisa, E. subcrinita.* Bull. Wash. Agr. Exp. St. **280**, 1933, 27.

[7]) Parlakos s. S. 260[2]).

[8]) Crawford, R. F. a. Eyer, J. E., The giant apple borer. N. Mex. agr. exp. Sta. Bull. **168**, 1928; Eyer s. S. 269[11]).

[9]) Chamberlin s. S. 240[6]); Mote s. S. 211[1]).

[10]) Smee, C., R. Rep. Dep. Agr. Nyasald. **1927**, 13—20.

[11]) Butler, H.C. a. Dozier, H.L., Life hist. stud. of the plum curculio. Trans. Peninsula Hort. Soc. **1929**, 111—117; Marlatt, C. L., Rep. Chief Bur. Ent. U. S. Dep. Agr. 1933.

[12]) Isaac, P. V., The turnip gall weevil, *Ceut. pleur.* Marsh. Ann. appl. Biol. **10**, 1923, 190.

[13]) Gowdey, C.C., Rep. Govt. Ent. Jamaica Ann. Rep. Dep. Agr. **1927**, 16—17 u. **1928**, 20—21; Edwards, W. H., Rep. Gov. Ent. Ann. Rep. Dep. Agr., Jamaica **1923**, 22—24.

[14]) Barrow, E. H., White grubs *Lachnosterna* sp. a. larvae of the weevil root borer *Diaprepes Spengleri* L. att. sug. cane in the Guanica distr. of Porto Rico. Jl. Dep. Agr. P. R. **8**, 1924, 22.

[15]) Smith s. S. 221[13]). [16]) Krasnyanskii s. S. 243[12]).

[17]) Light, S. S., A weevil pest of strawb. Fruit Grower **1927**, 2.

[18]) Savchenko u. Yarmolenko s. S. 280[2]).

[19]) Olombel, M., Note prelim. sur la cécidomyie du choufleur (*Cont. torquens*) C. R. Ac. Agr. Fr. **17**, 1931, 178—182.

[20]) Mühlow, J. o. Sjöberg, K., Stud. o. förs. rör. vetemygg., *Cont. trit.* Kby. o. *Clinodipl. mosell.* o. der. bek. V. Fältförs. f. bek. av de äggläg. mygg. i. vetef. Medd. Växtskyddsanst. **19**, 1937.

78 g/qm mäßig wirksam, 2 g/qm unwirksam)[1]), *Rhagoletis cerasi* (Larven 25 bis 40 g/qm in 3—4 cm tiefen Furchen; gegen Puppen unsicher; in 5—10 g je 15 cm Topf erfolgreich, Emulsion unwirksam)[2]), *Decilaus citriperda*[3]).

Hymenoptera: *Dorylus orientalis* (34 g/qm bzw. 8 g/lfdm in flachen Furchen)[4]).

b) o-Dichlorbenzol

o-Dichlorbenzol (Kp = 180–183° C; $d_{20/40} = 1{,}3048$) wurde nur versuchsweise angewandt, es ist weniger wirksam als die Paraverbindung[5]) und wegen seiner starken Giftwirkung auf die Pflanzen unbrauchbar[6]).

Folgende Angaben über Bekämpfungserfolge (unbeschadet der Pflanzenschäden) liegen vor:

Isoptera: Termiten (1 : 200 in Standardöl[7]); in verschiedenen Gegenden unterschiedlich wirksam[8]).

Hemiptera: *Pseudococcus brevipes* (2—10 g/Pflanze, 97—100%)[9]).

Lepidoptera: *Sanninoidea exitiosa* (18 g/Baum, 62—84%)[10]).

Coleoptera: *Lepidiota albohirta* (7 ccm Injektionen je Horst)[11]), *Phyllopertha horticola* (0,48–1,28% Emulsion, 145 bzw. 100%)[12]), *Cotinis nitida*[13]), *Pseudholophylla furfuracea* (o-Dichlorbenzol-Schwefelkohlenstoff 1:2,4—8 ccm/Horst)[14]), Scarabaeidenlarven (160—320 g/qm in 40—80 g Dosen in Abständen von 50 cm injiziert, 92—99%)[15]), *Agriotes* sp. (Dichlorbenzolgemisch 63 g/qm; an Orthoverbindung reiches Gemisch, 88 g/qm, wirkt besser)[16]), *Otiorrhynchus ligustici* (421 g/qm als 36 cm tiefe Injektion zu je 36 ccm, die Wirkung tritt erst nach 4 Wochen in Erscheinung)[17]), *Paria canella* (3 ccm werden von der Pflanze vertragen, töten aber nur 52% ab)[18]).

Diptera: *Tipula* spp. (3,3 l/qm = 27 g/qm einer 1:400 Emulsion zwingen die Tiere an die Oberfläche der Rasen; die Stammemulsion besteht aus 16 vol T. o-Dichlorbenzol, 4 vol T. 10%ige Natriumoleatlösung und 4 vol T. Jeyes Fluid, Emulgator)[19]).

---

[1]) Brittain, 1920, s. S. 218[12]); Krasnyuk s. S. 210[10]); Goffart s. S. 210[10]).

[2]) Bongini s. S. 264[1]); Samoggia, A., Nota sulla *Rhag. cerasi*. Boll. Lab. Ent. Bologna **5**, 1932, 22; Thiem s. S. 200[15]); Wiesmann s. S. 202[5]).

[3]) Veitch, R., Rep. Chief Ent. Ann. Rep. Dep. Agr. Queensl. **1931**, 43 u. **1932**, 51.

[4]) Hutson, J. C., Trop. Agriculturist **87**, 1936, 289—295.

[5]) Peterson s. S. 292[4]).

[6]) Jarvis s. S. 253[3]); ders. Fumig. appl. Queensld. agr. Jl. **33**, 1930, 374; Mungomery s. S. 253[3]); ders., Rep. Bur. Sug. exp. Stas. Queensld. **32**, 1932, 55; McDougall s. S. 204[1]); Bennet s. S. 247[14]); Schwardt a. Lincoln s. S. 263[7]); Jewett s. S. 220[6]).

[7]) Hockenyos, G. L., Lab. eval. of soil pois. us. in term. contr. Jl. ec. Ent. **32**, 1939, 147.

[8]) Koval a. St. George s. S. 220[5]).

[9]) Hosni a. Shafik s. S. 213[1]).

[10]) Peterson s. S. 292[4]).

[11]) Jarvis s. S. 253[3]) u. S. 296[6]).

[12]) Bennett s. S. 247[14]).

[13]) Jewett s. S. 220[6]).

[14]) Mungomery, 1931, s. S. 253[3]).

[15]) Chigarev s. S. 239[9]).

[16]) Ladell s. S. 196[4]); McDougall s. S. 204[1]).

[17]) Schwardt a. Lincoln s. S. 263[7]).

[18]) Weigel a. Doucette s. S. 239[4]).

[19]) Dawson s. S. 202[3]); Burnes, H. F., Sampling leather jackets w. orthodichl. emuls. Ann. appl. biol. **28**, 1941, 23—28.

c) Polychlorbenzole

Ein Gemisch von Di- und Polychlorbenzolen wurde in Rußland gegen Scarabaeidenlarven (*Melolontha hippocastani* und *Polyphylla fullo*) mit gutem (93—100%) Erfolg verwendet (Verfahren wie p-Dichlorbenzol: Injektion 20 cm tief, 35—70 cm Abstand je 10—28 g entsprechend 40—80 g/qm). Die Wirkung der Präparate scheint ihrem Gehalt an Dichlorbenzolen parallel zu gehen[1]). Die Pflanzen werden bei Berührung geschädigt.

Tri- und Pentachlorbenzol sind gegen Termiten wirksam[2]). Die Dämpfe des ersteren töten auch Sklerotien von *Sclerotium rolfsii*[3]).

d) Chlorderivate der Phenoxyessigsäure

2,4-Dichlorphenoxyessigsäure[4]) und 2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure[5]) können auf Grund ihrer selektiven herbiziden Wirkung[6]) auch zur Vernichtung der im Boden befindlichen Unkrautsamen, Rhizome u. ä. herangezogen werden. Insbesondere erwiesen sie sich als wirksam gegen Cruciferen, *Papaver rhoeas*, *Plantago* sp., *Cirsium* spp. u. a. m., während Gramineen gegen diese Mittel ziemlich unempfindlich sind[7]). Verwendet werden die freien Säuren, ihre Salze und Ester, von denen heute schon zahlreiche Präparate im Handel sind, in Form von Gieß- und Stäubemitteln sowie als Beimischungen zu Düngern: Superphosphat, Harnstoff u. a.[8]).

Die Dosierung bei vorbeugender Bodenbehandlung liegt bei 0,1—0,15% Spritzmittel, bzw. beträgt 1,1—4,5 kg/ha Stäubemittel.

Die Wirkung ist an höhere Temperaturen gebunden, jedoch tritt sie, wenn die Mittel bei kühleren Temperaturen gegeben sind, u. U. nachträglich bei Er-

---

[1]) Kostenko s. S. 294[4]); Golovyanko s. S. 294[4]); Krasnyanskii s. S. 243[12]).

[2]) Hockenyos s. S. 296[7]); Kowal a. St. George s. S. 220[5]).

[3]) Anon. s. S. 216[23]).

[4]) Zimmermann, P. W. a. Hitchcock, A. E., Subst. phenoxy a. benzoic. ac. growth subst. a. the rel. of struct. to phy. activ. Contr. Boyce Thompson Inst. **12**, 1942, 321—343; Marth, P. C. a. Mitchell, J. W., 2,4 dichl. phenac. ac. as a diff. herbic. Bot. Gaz. **106**, 1945, 463.

[5]) Slade, R. E., Templeman, W. G. a. Sexton, W. A., Diff. eff. of pl. gr. subst. on pl. spec. Nature **155**, 1945, 497—498; Templeman, W. G., Sel. weed contr. by pl. growth prom. subst. Agric. (Engl.) **53**, 1947, 105—108.

[6]) Betr. der Art d. Wirkung und des genauen Anwendungsbereiches s. Abschn. Unkrautbekämpfung; Lit. s. Gilbert, F. A., The status of pl. gr. subst. a. herbic. in 1945. Chem. Rev. **39**, 1946, 199; Rademacher, B., Neuart. Unkr.bek. mitt. a. Wuchsst. grundl. Zeitschr. Pfl.krankh. **55**, 1948, 201—213.

[7]) Allard, R. W., De Rose, H. R. a. Swanson, C. P., Some eff. of pl. gr. reg. on seed germ. a. seedl. developm. Bot. Gaz. **107**, 1946, 575—583; Mitchell, J. W. a. Marth, P. C., Germin. of seeds in soil cont. 2,4 dichl. ac. phenoxyac. ac. Bot. Gaz. **107**, 1946, 408—416 u. a. m.

[8]) Marth, P. C. a. Mitchell, J. W., Sel. herbic. eff. of 2,4 dichl. phenoxyac. appl. to turf in dry mixt. w. fertil. Bot. Gaz. **108**, 1947, 414—420; DeFrance, J. A., Bell, R. A. a. Odland, T. E., Kill. weed seeds in grass seedbeds by use of fertil. a. chem. Jl. Am. Soc. Agr. **39**, 1947, 530—535 u. a. m.

wärmung des Bodens ein[1]). Die Wirkstoffe erhalten sich nämlich, je nach der Schwere des Bodens und den auftretenden Niederschlägen, 6—12 Wochen im Boden[2]). Keimende Samen sind empfindlicher als ruhende[3]).

Die Mikroflora des Bodens wird im allgemeinen nicht beeinflußt, abgesehen von einer vorübergehenden Schwächung der Nitrit- und Nitratbildung[4]).

Vor der Bestellung empfindlicher Kulturpflanzen (vor allem der Kreuzblütler und Leguminosen) ist eine Schutzfrist von 2—4 trockenen Tagen unbedingt einzuhalten. Unter bestimmten Umständen können allerdings auch Getreidearten in ihrem Wachstum beeinträchtigt werden.

e) Nitrobenzole und deren Chlorderivate

α) Nitrobenzol, verschiedene Homologe und Derivate, ebenso Nitronaphthalin wurden gelegentlich auf insektizide Wirkungen hin untersucht, haben aber keine Bedeutung[5]).

β) Trinitrophenol (Pikrinsäure) kommt trotz guter nematozider Wirkung wegen seiner Phytotoxizität[6]) nicht weiter in Frage. Gegen *Dactylosphaera vastatrix* wirkt es in Topfversuchen, versagt aber im Freiland[7]).

In neuerer Zeit erwiesen sich verschieden hoch substitutierte Chlornitroderivate des Benzols als wirksame Bodenentseuchungsmittel, vor allem als Fungizide, sind aber teuer.

γ) Chlornitrobenzol erwies sich als wenig insektizid[8]): Die p-Verbindung wurde gegen *Eriosoma lanigerum* mit Erfolg geprüft, schädigte aber bereits in Mengen von 1,75 g/Baum[9]); gegen *Sanninoidea exitiosa* wirkte diese (65-80%ige Abtötung) bei 28 g/Baum[10]), zu Boden gemischt (0,16%) auch gegen *Popillia japonica*[11]). Rückstände der Chlornitrobenzoldestillation, die ein Gemisch der o-Verbindung mit Dinitrochlorbenzol und Teerstoffen darstellen, sind in spaten-

---

[1]) Marth, P. C. a. Davis, F. F., Rel. of temp. to the sel. herbic. eff. of 2,4 dichl. phenoxyac. ac. Bot. Gaz. **106**, 1945, 463.

[2]) Hanns, R. W., Removal of 2,4 dichl. phenoxyac. ac. a. its calc. salt fr. 6 diff. soils by leaching. Bot. Gaz. **108**, 1946, 186—191; Weaver, R. J. a. de Rose, H. R., Abs. a. transloc. of 2,4 dichl. phenoxyac. ac. Bot. Gaz. **107**, 1946, 509.

[3]) Lewis, R. C. a. Hammer, C. L., Eff. of 2,4 D on some microorg. Mich. agr. exp. Sta. Quart. Bull. **29**, 1946, 112–114; Payne a. Fults s. S. 301[6]); Smith, N. R., Dawson, V. T. a. Wenzel, M. E., Eff. of cert. herbic. on soil microorg. Soil Sci. Am. Soc. Proc. **10**, 1946, 197; Carlyle, E. E. a. Thorpe, I. D., Some eff. of amm. a. sod. 2,4 dichl. phenoxyac. on legumes a. the *Rhizobium* bact. Jl. am. soc. agr. **39**, 1947, 929—936.

[4]) Mitchell, J. W. a. Brown, J. W., Rel. sensitiv. of dorm. a. germin. seeds to 2,4 D. Science **106**, 1947, 266—267.

[5]) Lit. vgl. Gough s. S. 177[2]).

[6]) Mach, F., Vers. m. Reflorit. Ber. Bad. Landw. Vers.Anst. Augustenberg **1907**, 28—30; Rademacher u. Schmidt s. S. 195[3]); Chem. Fabr. von Heyden, Verf. z. Rübennema. bek. Zeitschr. f. d. D. Zuckerind. **81**, 1931, 199; Hebenstreit, Pikr. Säure geg. d. Älchenkrankh. b. Lorraine Begonien usw. Möllers D. Gartenztg. **1921**, 254; Voigtländer, B. u. Möllers D. Gartenztg. **1921**, 270;

[7]) Cornu e. Mouillefert s. S. 201[14]).

[8]) Tattersfield a. Roberts s. S. 194[4]); Fleming s. S. 194[3]).

[9]) Marcovitch s. S. 258[11]).

[10]) Peterson s. S. 246[5]).

[11]) Fleming s. S. 247[8]).

tiefe Löcher gegeben (100—200 g) gegen *Dactylosphaera vastatrix* wirksam; Wurzelverbrennungen treten leicht auf[1]).

δ) Pentachlornitrobenzol als Wirkstoff der Handelsmittel Folosan Brassicol, Afuma, Botrytis Dust u. a., die als Streumittel in Mengen von 50 bis 75 g/qm 10 cm tief eingehackt werden[2]). Hemmungen des Pflanzenwachstums können eintreten; die phytotoxische Wirkung scheint von der Natur des Trägerstoffes abzuhängen; Kalk erwies sich als günstig[3]). Angewandt werden diese Mittel gegen *Pseudomonas campestris* (20 g/qm)[4]), *Actinomyces* sp. (40 g/qm oder 6 g/Pflanzstelle, evtl. 1 : 4 mit Superphosphat gemischt, wirkt besser als Sublimat-Superphosphat)[5]), *Plasmodiophora brassicae* (60 g/cbm bzw. 50 bis 100 g/qm, evtl. mit Erde vermischt in Pflanzlöcher gestreut, wirkt aber weniger gut als Sublimat oder Brassisan)[6]), *Olpidium brassicae, Pythium debaryanum* und *Moniliopsis aderholdi*[7]), *Sclerotinia minor*[8]), *S. sclerotiorum*[9]), *S. bulborum*[10]), *S. trifoliorum*[11]), *Tuburcinia cepulae* (20 g/qm[12]) oder gekörnt mitgedrillt)[13]), *Rhizoctonia solani* (40 g/qm, evtl. gemischt mit Superphosphat 1 : 4[14]), auch gegen die vielleicht durch *Verticillium alboatrum* bedingte „Sang"krankheit der Kartoffel)[15]), *Botrytis* spp. (an Salat und Blumenzwiebeln)[16]), *Sclerotium cepivorum, S. adelphi* und *S. tuliparum*[17]).

ε) Trichlordinitrobenzol ist Wirkstoff des Mittels Brassisan, das insbesondere zur Bekämpfung von *Plasmodiophora brassicae* geschaffen wurde (für Anzuchterde 40—50 g/qm, im Freiland mit Erde gemischt und wie Dünger ausgestreut 20—25 g/qm oder 2,5 g je Pflanzloch in die Erde gemischt[18]); auch 0,4 g/Pflanzstelle, jedoch Wirkung schlechter als 100 ccm 0,1—0,2% $HgCl_2$[19]).

---

[1]) Egorov, P. J. a. Khasapodova, E. J., Test of the resid. of distill of nitrochlorbenz. as a soil fumig. Sprav. Vop. Karant. Rast. **3**, 1941, 19—20.

[2]) Kotte s. S. 160[10]).

[3]) Smieton, M. J., On t. use of chlorin. nitrobenz. f. t. contr. of clubr. of brass. J. Pom. Hort. Sci. **17**, 1939, 195—217. [4]) Krebs s. S. 215[3]).

[5]) Schlumberger, O., Kart. sort. prüf. a. Schorf.widerst. 1939. Mitt. f. d. Landw. **54**, 19409—11; ders. u. Syre, D., D. Bek. d. *Rhiz.* d. Bodendesinf. u. Beizg. Mitt. Biol. Reichsanst. **63**, 1941, 22; Syre s. S. 209[3]); Störmer, I. u. Ebell, M., *Rhiz.* Bek. vers. Mitt. f. d. Landw. **59**, 1944, 352—353; Gram, E., Tidskr. Planteavl. **49**, 1944, 119—143; Meyer s. S. 209[2]).

[6]) Smieton s. S. 299[3]); Gram s. S. 299[5]); Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[7]) Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]).

[8]) Wasewitz s. S. 215[13]); Krebs s. S. 215[3]); Frickhinger s. S. 215[13]); Kotte s. S. 160[10]). [9]) Anon., Midd. teg. pl. ziekt. en schadl. dieren. Meddel. Plantenziektenk. Dienst. **43**, 1948 u. a.

[10]) Sprau u. Minckwitz s. S. 215[7]). [11]) Gram s. S. 299[5]).

[12]) Krebs s. S. 215[3]). [13]) Kotte s. S. 160[10]).

[14]) Schlumberger u. Syre s. S. 299[5]); Störmer u. Ebell s. S. 299[5]).

[15]) Glöckner, G., Unters. üb. d. Sang Krankh. d. Kart. im Rheinland. Angew. Bot. **22**, 1940, 201—252.

[16]) Smieton, M. J. a. Brown, W., *Botr.* dis. of lettuce, its rel. to damp. off a. mildew a. its contr. by pentachl. nitrobenz. Ann. appl. Biol. **27**, 1940, 489—501.

[17]) Anon. s. S. 299[9]).

[18]) Smieton s. S. 299[3]); Smieton u. Brown s. S. 299[16]); Gram s. S. 299[5]); Preston s. S. 209[4]); Kalchschmid s. S. 215[6]); Kotte s. S. 160[10]).

[19]) Ramsfjell s. S. 209[4]).

ζ) Produkte verschiedener Chlorierungs- und Nitrierungsstufen wirken ähnlich wie die genannten Fungizide[1]).

f) Dichlordiphenyltrichloräthan (DDT)

(2,2-bis [p-chlorphenyl] -1,1,1-trichloräthan)

Das wirksame Kontaktinsektizid DDT kann zur Bodenentseuchung als Streumittel (bis 50% Wirkstoffgehalt), als benetzbares Pulver und als Gießmittel (Suspension unter Zusatz von Netzmitteln oder Emulsion), in besonderen Fällen auch zur Samenbehandlung (mit Haftmittelzusatz) angewendet werden. Die Dosierung schwankt in ziemlich weiten Grenzen (0,5—11,0 g/qm); in USA sind Gaben von 2,8 g/qm Wirkstoff am meisten gebräuchlich. Seine Wirksamkeit ist besser als die älterer Streumittel, wird aber bereits durch die der Hexamittel (s. S. 304ff.) und des Chlordans (s. S. 310) übertroffen[2]). Mit den meisten Düngern, Fungiziden und Insektiziden ist DDT verträglich; nur alkalische Medien beschleunigen die Zersetzung[3]). Die Wirkung ist nur wenig von der Temperatur abhängig; bei mittleren Temperaturen wurden bei Larven von *Popillia japonica* die besten Ergebnisse erzielt[4]). Die Wirkung von 2,5 g/qm hält so lange an, daß in Topfversuchen nach 26 Monaten noch die halbe Wirkung erzielt wurde, bei 10 g/qm ist noch 75% der Wirkung erhalten. Auch im Freiland bleibt die Wirkung mittlerer und hoher Gaben längere Zeit u. U. über ein Jahr erhalten, aber nicht so lange wie die des Hexachlorcyclohexans[5]). Die abschreckende Wirkung ist geringer als die des Hexachlorcyclohexans.

Die phytotoxische Wirkung normaler DDT-Gaben ist relativ gering; jedoch stellen sich auch bei Aufwandmengen von 2,8 g/qm bei manchen Pflanzen Wachstumshemmungen ein, vor allem bei *Allium cepa*, *Fragaria* spp., *Lycopersicum esculentum*, *Cucurbita* spp., *Cucumis sativa*, *Phaseolus lunatus*, *Ph. vulgaris*, *Glycine hispida* und *Spinacia oleracea*, auch bei *Capsicum* spp. und *Secale cereale*[6]) bei höheren Gaben auch bei Mais[7]). Beimischung von 0,01 bis

---

[1]) Gram s. S. 299[5]).

[2]) Z. B. Golightly, W. H., Modern insectic. a. th. use ag. wirew. Nature **115**, 1946, 448; Jacks, H., Soil disinf. III. Chem. treatm. f. eelw. contr. N. Z. Jl. Sci. Techn. **27 A**, 1945, 93; McLeod s. S. 187[1]) u. 213[10]).

[3]) Fleck, E. E. a. Haller, H. L., Compat. of DDT w. insectic., fungic. a. fertil. Ind. Eng. Chem. **37**, 1943, 403—405.

[4]) Fleming, W. E. a. Maines, W. E., Infl. of temp. on t. eff. of DDT a. t. comp. toxic. of DDT a. lead ars. to larv. of jap. Beetle. U.S. Dept. Agr. Bur. Ent. Pl. Quar. E **624**, 1944.

[5]) Günthart s. S. 254[4]); Cohen, M. A. a. Steer, W., T. contr. of leather jacketts. Jl. Roy. hort. Soc. **71**, 1946, 130—133; Wallace, C. R., Small scale tests w. DDT a. benz. hexachl. incorp. in t. soil. Jl. Austr. Inst. agr. Sci. **13**, 1947, 52—57; Kulash, W. M., Soil treatm. f. wirew. a. cutw. Jl. ec. Ent. **40**, 1947, 851—857; Sakimura, K., Res. toxic. of hexachl. incorp. in soil. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 665—666; Smith, M. S., Persist. of DDT a. benz. hexachl. in soil. Nature **161**, 1948, 246; Scharmer, J., Erf. üb. d. Bek. einig. Bodenschädl. Nachr.bl. Biol. Zentr.anst. Braunschweig **1**, 1949, 37—38.

[6]) Fleming, W. E., Eff. on pl. of DDT appl. to soil f. the destruction of Jap. beetle larvae. U. S. Dept. Agr. P. E. P. Q. E. **737** (rev. 1948); Goldsworthy, M. C., Eff. of soil appl. of var. chlorinated hydrocarbons on the top growth of Blakemore strawberries. Pl. Dis. Reptr. **32**, 1948, 186—288; Cullinan, F. P., Eff. of some of t.

0,05% DDT zum Boden bewirkt mit der Konzentration zunehmende Bewurzelungsschäden, vor allem Unterdrückung der Wurzelhaarbildung bei *Lycopersicum esculentum*, *Phaseolus vulgaris* und *Solanum nigrum*[1]). Bei häufiger Anwendung auf der gleichen Fläche besteht die Gefahr akkumulierender Schäden[2]). Diese sind übrigens von der Bodenart abhängig; auf leichten Böden sind sie stärker als auf schweren; so wurde die Bewurzelung von Pfirsich durch 2,8 g/qm auf Sandboden 18 Monate gestört, während auf schweren Böden 11,2 g/qm schadlos ertragen werden[3]). Störungen der Kernteilung in Wurzelspitzen wurden beobachtet[4]).

Bakterizide und fungizide Wirkungen wurden bisher nicht beobachtet; die Bodenbakterien werden auch durch hohe Gaben nicht beeinflußt[5]); die Knöllchenbildung an Leguminosen wird nicht beeinträchtigt[6]).

Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Nematoda: Nematozide Wirkung unbedeutend[7]), gelegentlich Wirkung gegen *Ditylenchus dipsaci* (1% Gesarol, 1–2% Gesapon, 10 l/qm)[8]).

Lumbriciden: Regenwürmer [1% Gesapon ohne Wirkung[9]), nach anderen Angaben bei direkter Berührung empfindlich[10])].

Myriapoda: *Scutigerella immaculata* (Samenbehandlung, 4:5 gew. T. 3% DDT, aber nicht ausstreuen und eineggen[11]); Ergebnisse unsicher)[12]).

Isoptera: Termiten vorübergehend wirksam (5% DDT)[13]).

Orthoptera: Grillen u. a.[14]).

Lepidoptera: *Agrotis ypsilon* (55,6 g/qm, längs der Maisreihen gestäubt, vermindern die jüngeren Larvenstadien, gegen ältere wirken sie ebensowenig aus-

---

newer org. chem. on plant life. Agr. Chem. **2**, 1947, 18—20; Günthart s. S. 254[4]); Scharmer s. S. 300[5]); Morrison, Crowell, Crumb a. Lauderdale s. S. 184[1]); Smith s. S. 300[6]).

[7]) Young, H. C. a. Gill, J. B., Soil treatm. w. DDT to contr. t. white fringed beetle. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Pl. Quar. **E–750**, 1948.

[1]) Primost, E., Schäd. v. gärtn. Kulturpfl. b. Anw. v. DDT a. Bodendesinf. mit. Pfl.schutzber. **3**, 1949, 42—47.

[2]) Lane, M. C., Stone, M. W., Jones, E. W. a. Gibson, K. E., Stud. w. DDT. as a contr. f. wirew. in irrig. lands. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Pl. Qu. E **765**, 1948.

[3]) Goldsworthy, M. C., Eff. of techn. DDT incorp. in quartz sand a. soils on the growth of peach trees. Pl. Dis. Reptr. **32**, 1948, 437—441.

[4]) Vaarama, A., Exp. stud. on t. infl. of DDT insectic. up. pl. mitosis. Hereditas **33**, 1947, 191—219.

[5]) Wilson a. Choudhri s. S. 184[3]).

[6]) Payne, M. G. a. Fults, J. L., Eff. of 2,4 D,DDT a. Colorado 9 on root nodul. in comm. bean. Jl. Am. soc. Agr. **39**, 1947, 52—57.

[7]) Wiesmann, R., Das „Gesarol" als Bodendesinf.mitt. Forsch. Erg. Gartenb. **1943**, (3), 3—47; Ellis, D. E. a. Clayton, C. E., Soil treatm. w. new insectic. ineffective in contr. rootknot. Pl. Dis. Reptr. **32**, 1948, 476—477.

[8]) Anon., Pl. ziekt.k.dienst. Wageningen n. Mitt. d. Geigy A.G. 1944.

[9]) Wiesmann s. S. 301[7]); Friend s. S. 150[8]) u. a.

[10]) Baker, W. L., DDT a. earthworm populat. Jl. ec. Ent. **39**, 1946, 404–405.

[11]) Morrison, H. E., Mote, D. C. a. Rasmusson, W. B., DDT to contr. *Scut. imm.* Jl. ec. Ent. **38**, 1945, 410.

[12]) Thomas s. S. 169[1]).

[13]) Annand, P. N. et al., Tests cond. by the Bur. Ent. Pl. Qua. to appraise the usefullness of DDT as an insectic. Jl. ec. Ent. **37**, 1944, 125—159.

[14]) Kulash s. S. 300[5]).

reichend wie gegen Drahtwürmer; Staubmittel wirken besser als Spritzmittel)[1], *A. ochrogaster* (0,14—0,77 g/qm DDT als 3%iger Staub)[2].

Coleoptera: Scarabaeidae: *Melolontha* sp. (1—2%ige Emulsion z. T. abtötend, nicht immer sicher)[3], *Popillia japonica* (0,56—3,0 g/qm auf verschiedenen Böden gut wirksam, aber nicht so gut wie Chlordan und Parathion)[4], *Phyllophaga* spp. (1—2 g/qm 50% Netz DDT)[5], *Heteronychus Sanctae Helenae* (Stäuben oder Streuen von 6—10% DDT-Präparaten, Einmischen in die Erde der Pflanzlöcher, etwa 3,7 g/l Boden)[6], *Amphimallon majalis* (3,4—5,6 g/qm als Suspension)[7], *Anomala orientalis* (5,6 g/qm 10%; 100%)[8], *Lepidiota albohirta*[9], *Aphodius howitti* (15,5 g/qm 2% Staub)[10], *Strigoderma arboricola* (2,8—11,2 g/qm)[11].

Elateridae: Die Drahtwürmer (2,2—4 g/qm techn. DDT als ev. 10%iges Stäubemittel oder Spritzmittel je nach den Standortsverhältnissen verschieden lang wirkend, im großen ganzen aber weniger als Hexachlorcyclohexan[12], selbst Gaben von 11,2 g/qm DDT wirken nicht durchschlagend; drillen von organischen DDT-Lösungen versagt; nach anderen bringen 2,5% DDT/qm fühlbare Erleichterungen; 1—2% Gesapon erfolgreich; die Wirkung gegen Vollkerfe vor der Eiablage könnte besser sein als die auf Larven; auch Saatgutbehandlung, jedoch Wirkung geringer als mit Hexachlorcyclohexan)[13].

---

[1]) Kulash s. S. 300[5]). [2]) Handford, R. H., Use of DDT in cutworm contr. Can. Entomol. **79**, 1947, 36—37.

[3]) Günthart, s. S. 254[4]); Thiem, H., Drahtw. u. Erdr. an Kultur u. Gartenpfl. Gartenb.forschg. 1948, 36—50; ders., Z. Weiterentw. d. prakt. Maik. u. Engerl.bek. Anzg. f. Schädlk. **21**, 1948, 51—54; Scharmer, s. S. 300[5]); ders., Vers. z. Engerl.-bek. a. Dauerweiden. Mitt. Biol. Reichsanst. **70**, 1950, 81—82.

[4]) Annand s. S. 269[12]); Schread, J. C., Contr. of soil insects. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 318—324; Fleming s. S. 300[6]); ders., Chlordane f. contr. of jap. beetle larv. in turf. Jl. ec. Ent. **40**, 1948, 932; ders. u. Maines s. S. 300[4]); Polivka s. S. 220[8]).

[5]) Hammond, G. H., Contr. of *Phyll.* spp. beetles with DDT a. benz. hexachl. Contr. Div. Ent. Dep. Agr. Can. No. 2532 (Sep.).

[6]) Wallace, C. R., DDT as a soil dress. ag. black beetle. Agric. Gaz. NSW. **56**, 186, 1945; ders., Benz. hexachl. a. DDT appl. to the soil ag. black beetle. Agric. Gaz. NSW. **57**, 1946, 200; ders. s. S. 300[5]).

[7]) Gambrell 1946 s. S. 221[8]). [8]) Sakimura s. S. 300[5]).

[9]) Mungomery, R. W., Rep. Bur. Sug. Exp. Stas. Qd. **46**, 1946, 31–38.

[10]) Carne, P. B., Exp. in t. use of DDT ag. t. past. chock chaf., *Aph. how.* Hope. Jl. Counc. Sci. Ind. Res. Austr. **21**, 1948, 1—6.

[11]) Dobbins, T. N. a. Frank, W. D., Insectic. tests f. t. contr. of coleopt. larv. att. peanuts in t. soil. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 815—816.

[12]) Lange s. S. 188[2]); White, W. H., Summ. of res. w. DDT ag. truck crop. tob. a. sug. beet ins. dur. 1945, U. S. Dept. Agr. E **692**, 1946; Golightly s. S. 300[2]); Jacks s. S. 274[1]); Kulash s. S. 300[5]); Arnason, A. P., Fox, W. B. a. Glen, A prel. test of DDT a. benz. hexachl. f. the contr. of wirew. in Saskatchewan potato field. Can. Entom. **79**, 1947, 174–180; Jameson, H. R., Thomas, F. J. D. a. Woodward, R. C., The pract. contr. of wirew. by γ-benz.-hexachl. (Gammexane) comp. w. DDT. Ann. appl. Biol. **34**, 1947, 346—356; Pepper, W. B., Wilson, C. A. a. Campbell, H. C., Benz. hexachl. a. oth. comp. f. contr. of wirew. inf. potat. Jl. ec. Ent. **40**, 1947, 727—730; Roberts, R., Soil treatm. to contr. *Blapstinus* wirew. Jl. ec. Ent. **40**, 1947, 571—572; Scharmer s. S. 300[5]); Bynum, E. K., Ingram, J. W. a. Charpentier, L. J., Contr. of wirew. attack. suger cane in Louis. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 556—557; Floyd, E. H., Contr. of sand wirew. in Luis. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 900—902; Lange, Carlson a. Leach s. S. 191[7]); Wiesmann s. S. 301[7]); Friend 1945 s. S. 150[8]); Middleton, Stone a. Kendrick s. S. 273[11]).

[13]) Jameson, Thomas a. Woodward s. S. 302[12]); Lange, Carlsson a. Leach s. S. 191[7]); dies., Wirew. in Lima beans. Calif. Agr. **3**, 1949, (5), 5, 10.

Chrysomelidae: *Diabrotica duodecimpunctata* und *D. undecimpunctata* (Boden der Pflanzstellen mit 5—7%igem DDT vermischt, oder diese damit bedeckt; nach dem Auflaufen eine Suspension von 5 g/l 100 ccm injiziert oder Flächenbehandlung mit 0,56—11,2 g/qm DDT wirkt nicht immer genügend[1]), *D. virgifera* und *D. longicornis* (Behandlung erfolglos)[2]).

Curculionidae: *Graphognatus leucoloma* (0,28—0,56 g/qm DDT in die Drillreihen oder breitwürfig; sofort eingehackt; 1,2—2 g/qm wirkt noch im zweiten Jahr)[3]), *Otiorrhynchus ligustici* (1% Gesapon 5 l/qm)[4]), *Conotrachelus nenuphar* (bis 2,8 g/qm netzbarer Staub wirkungslos)[5]).

Hymenoptera: *Lasius niger* u. a. Ameisen (27—108 g/qm gießen oder stäuben)[6]).

Diptera: *Tipula* sp. (1% oder 0,05% Gesapon 4,5 l/qm oder 5% DDT-Staub, Larven aus dem Boden getrieben; Behandlung am besten im November bei mildem Wetter und feuchtem Boden[7]), *Psila rosae* (stäuben 20 g/lfdm 3% DDT bei der Saat oder 2,6 neben die Reihen; spritzen 0,5—1% gegen die 1. und 2% 4—6 l/qm gegen die 2. Generation[8]); es bleibt offen, ob es sich in diesem Falle um eine Wirkung auf die Maden oder auf die Fliegen vor der Eiablage handelt[9]); um die Hyperparasiten der Möhrenfliege nicht zu schädigen, soll mit DDT nur außerhalb von deren Flugzeit gearbeitet werden)[10]), *Chortophila brassicae* u. *Ch. floralis* (1% Gesapon 100 ccm/Pflanze oder 1% Gesarol mit 0,2% Netzmittel; nach anderen auch in stärkerer Dosis unzureichend)[11]), *Hylemyia antiqua* (3mal Gießen mit 1% Gesarol und 2% Sandovit, 1,85 g/l Pflanze gießen, vermischen der Samen mit der halben Gewichtsmenge oder Samenbehandlung mit Suspension in Kleberlösung)[12]), *H. cilicrura* (1% Gesarol-Suspension in die Reihe gießen; 3mal wiederholen)[13]).

---

[1]) Grayson, J. M. a. Roos, F. W., South. corn rootw. as a pest of peanuts. Jl. ec. Ent. **40**, 1947, 251—256; Fulton, B. B., Soil insectic. f. contr. of the south. corn rootw. Jl. ec. Ent. **39**, 1946, 781—783; Floyd, E. H. a. Smith, C. E., Contr. of south. corn rootw. a. t. seed cornmag. in Luis. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 908—910; Kulash, W. M., Furth. tests w. soil insectic. t. contr. south. corn rootw. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 558—559; Dobbins a. Frank s. S. 302[11]).

[2]) Hill, R. E., Hixson, E. a. Muma, M. H., Corn rootw. contr. tests w. benz. hexachl., DDT, nitr. fertil. a. crop rotat. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 392—400.

[3]) Young a. Gill s. S. 300[7]). [4]) Wiesmann s. S. 301[7]).

[5]) Grayson, J. M., Benz. hexachl. a. DDT to contr. plum curc. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 231—234.

[6]) Woodside, A. M., DDT f. ant contr. in lawns. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 325—326; Kerr. T. W. jr., Contr. cornfield ant in golfyr. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 48—52.

[7]) Cohen a. Steer s. S. 300[5]); Faes, H., Staehelin, P. u. Bovey, P., La défence d. pl. cult. Lausanne 1943; Wiesman s. S. 301[7]).

[8]) Morrison. H. S., Mote, D. C. a. Rasmusson, W. B., DDT to contr. the carrot rust fly. Jl. ec. Ent. **38**, 1945, 283; Wright, D. W. a. Ashby, D. G., The contr. of the carrot rust fly (*Ps. ros.*) with DDT. Bull. ent. Res. 36, 1945, 253—268; Newton, Satchell a. Shaw s. S. 213[4]); MacDonald, J. A., Exp. w. DDT. Scot. Agric. **27**, 1947, 7—9.

[9]) List, G. M. a. Merle, G. P., Insectic. act. of 1-trichloro-2,2 bis(p-bromophenyl) ethane (Colorado 9). Science **105**, 1947, 182—183.

[10]) Wright, D. W., Geeving, Q. A. a. Ashby, D. G., Insect. paras. of the carrot fly (*Ps. ros.*). Bull. Ent. Res. **57**, 1947, 507—529.

[11]) Dills a. Odland s. S. 210[10]); Carlson, Breakey a. Webster s. S. 213[5]); Wiesman s. S. 301[7]); Faes, Staehelin u. Bovey s. S. 301[11]); Alexander et al., s. S. 210[10]); Crowell, Morrison, Crumb jr. a. Lauderdale s. S. 271[8]); Still a. Eide s. S. 213[5]).

[12]) Heringa s. S. 207[4]); McLeod s. S. 213[10]); Munro, J. A., DDT as an insectic. ag. the onion maggot. Bim. Bull. N. Dak. agr. exp. Sta. **9**, 1947, 81—82.

[13]) Breakey et al. s. S. 214[1]); Wiesman s. S. 301[7]); dagegen Klinkowski, M. u. Eichler, Wd., D. Auftr. d. Bohnenfl., *Hyl. platura* Meigen (= *cilicr.* Rond.) in Mitteldtschl. im J. 1949. Nachr.bl. Dtsch. Pfl.schutzd. NF **3**, 1949, 81—87.

g) Weitere substituierte Diphenyläthane,

wie 2,2-bis-p-chlorphenyl-1,1-dichloräthan (DDD, TDE)[1]), 2,2-bis-p-methoxyphenyl-1,1,1-trichloräthan (Methoxychlor, DMDT)[2]) 2,2-bis-p-bromphenyl-1,1,1-trichloräthan (Colorado 9)[3]) wurden in ähnlicher Weise wie DDT in geringem Umfang als Bodenentseuchungsmittel versucht; sie bieten keine Vorteile gegenüber DDT und wirken oft weniger.

12. Carbocyclische Chlorverbindungen

a) Hexachlorcyclohexan

(Benzene hexachloride, Hexachlorocyclohexene, Gammexane, 666, Hexamittel)[4])

Bald nach der Auffindung der insektiziden Wirkung des Hexachlorcyclohexans[5]) wurde auf dessen Verwendbarkeit zur Bodenentseuchung hingewiesen. Unter den neueren Handelsmitteln auf dieser Grundlage finden sich etliche, die besonders für diesen Verwendungszweck bestimmt sind. Verwendet werden Streu- und Gießmittel. Erstere werden, eventuell mit Mineraldünger (Kalkstickstoff, Thomasmehl) vermischt[6]), ausgebracht und mit Pflug, Scheibenegge oder Fräse in die Krumentiefe eingemischt; wird nur oberflächlich eingearbeitet, so tritt eine Tiefenwirkung nur langsam ein, in dem Maße, als die Mittel mit dem Regen in den Boden eingespült werden[7]); Behandlung des Saat- und Pflanzgutes[8]), sowie Eindrillen des Mittels bei der Saat[9]), wurde mit Erfolg versucht.

---

[1]) Dills a. Odland s. S. 210[10]); Pepper, Wilson a. Campbell s. S. 302[12]); Morrison, Crowell, Crumb a. Lauderdale s. S. 184[1]); Crowell, Morrison, Crumb a. Lauderdale s. S. 271[8]); Fleming, W. E. a. Maines, W. W., Eff. of TDE ag. t. jap. beetle. U. S. Dept. agr. Bur. Ent. Pl. Quar. **E–804**, 1950.

[2]) Dills a. Odland s. S. 210[10]); Kulash s. S. 300[6]); Fleming, W. E. a. Maines, W. W., Eff. of methoxychlor ag. jap. beetle. U. A. Dept. Agr. Bur. Ent. Pl. Quar. **E. 797**, 1950.

[3]) List a. Merle s. S. 303[9]).

[4]) Hochgereinigter Wirkstoff wird als Lindan bezeichnet.

[5]) Slade, R., A new brit. insecticide, the gamma isomere of. benz. hexachl. Chem. Trade Jl. a. Chem. Eng. **116**, 1945, 279—281.

[6]) Smart, A. B., Soil steril. on a field scale. Nature **159**, 1947, 102; z. B. mit Superphosphat; Gadd, C. H., Bull. Tea Res. Inst. Ceylon 27, 1946, 30—36; Wallace s. S. 203[6]); Kasikhin, A. N. u. Yatsyna, L. T., (Hexachloran geg. Drahtwürmer). Dokl. Vsesyuz Ak. Selsko Khoz. Nauk in V. J. Lenina **13**, (4), 1948, 41—44; Pjatnitzki u. Persin s. S. 246[8]); mit Kalksalpeter: Horber, E., Vers. z. Bek. v. Drahtw. m. Hexachl.produkten. Schw. Landw. Monatsschr. **1948**, (5); mit Kalkstickstoff oder Thomasschlacke: Günthart s. S. 254[4]); Holenstein, D. Engerl.-bek. in Reben. Schweiz. Zeitschr. Obst- u. Weinb. **1948**, 439—440; Mitchell s. S. 225[4]) u. a. m.

[7]) Scharmer s. S. 300[5]).

[8]) Jameson, Thomas a. Woodward s. S. 300[12]); Greenwood, D. E., Benz. hexachl. a. wirew. contr. Jl. ec. Ent. **40**, 1947, 724—737; Lange, Carlson a. Leach s. S. 191[7]) u. S. 302[13]); Arnason, Fox a. Glenn s. S. 302[12]); Dogger, J. R. a. Lilly, J. H., Seed treatm. as a means of reduc. wirew. dam. to corn. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 663–665; Johnson, D. R., Chem. treatm. of seed corn f. contr. of *Aganoderes comma*. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 801—805; Lilly, J. H., Seed treatm. f. wirew. contr. Am. assoc. Econ. Ent. North Centr. Sta. Br. Prov. **4**, 1949, 45–46; Maercks, H., Vers. üb. Drahtw.bek. d. Saatgutbeh. Nachrbl. Biol. Zentr. Anst.

Gießmittel enthalten den Wirkstoff in suspendierter oder emulgierter Form[1]) und können auch Jauche oder Gülle beigemischt werden[1]). Die Tiefenwirkung ist gering; Suspensionen und Emulsionen wirken nur in den obersten 6 cm[2]); auf Böden mit starker Filterwirkung sind in manchen Fällen Emulsionen den Suspensionen überlegen[3]). Um die Tiefenwirkung zu verbessern, werden die Mittel mit der Düngelanze verabfolgt[4]). Auch wurde die Anwendung in gelöster Form in organischen Lösungsmitteln, gemischt mit DD nach dem Injektions- oder Drillverfahren, versucht[5]).

Vielfach erwies sich die Behandlung der Pflanzstellen oder Drill- bzw. Pflanzreihen als ausreichend und wirtschaftlich vorteilhaft (evtl. Fangpflanzensaat).

Die Angaben über die Dosierung sind schwer vergleichbar. Der eigentliche Wirkstoff, die Gamma-Isomere des Hexachlorcyclohexans, ist in den verschiedenen Präparaten in unterschiedlicher Menge vorhanden; die Angaben über verschiedene Präparate sind daher nur vergleichbar, wenn der Wirkstoffgehalt bekannt ist. Dosierungsangaben werden am zweckmäßigsten in g/qm Gamma-Isomere ausgedrückt, wie dies in neueren Arbeiten immer mehr gebräuchlich wird. Die Aufwandmengen liegen zwischen 0,02 und 3 g/qm Gamma-Isomere, bei Saatgutbehandlung zwischen 0,158—2,5 g Gamma/kg Saatgut (vgl. S. 304[8]).

Die bisherigen Erfahrungen bei der Anwendung von Hexamitteln[6]) lassen sich etwa folgendermaßen zusammenfassen:

In vielen Fällen sind sie den älteren Kontaktmitteln einschließlich DDT überlegen, werden aber in anderen von Chlordane übertroffen. Die abtötende Wirkung tritt langsam ein, jedoch wird der Fraß durch lähmende oder abschreckende Wirkung bereits bald unterbrochen, bewegliche Larven versuchen abzuwandern oder gehen an der Bodenoberfläche ein. Die abschreckende Wirkung ist bei gereinigten Gammapräparaten gering[7]). Durch Bodenart und Witterung wird die Wirkung wenig beeinflußt. Auf bindigen Böden ist infolge der Adsorption und Filterwirkung der Erfolg etwas geringer als auf Sandböden[8]). Hexamittel können während des ganzen Jahres angewandt werden; es ist aber zweckmäßig, Engerlinge bereits zur Zeit der Eiablage oder rechtzeitig (3—8 Wochen) vor Fraßbeginn zu bekämpfen; im allgemeinen hat die Bekämpfung der Jugendstadien von Insekten den besten Erfolg. Die Wirkung auf leicht bewegliche

---

Braunschweig **1**, 1949, 127—129; Faber, W., Vers. z. Drahtw.bek. d. Saatgutbeiz. m. Hexam. Pfl.schutzber. **6**, 1951, 17—26; Stapley, J. H., Wirew. contr. w. BHC w. spec. ref. to seed dress. Rep. 2. int. Congr. Crop. Prot. London **1949**; Günthart, E., Mühletaler, P. u. Ornig, H., Saatsch. mit. z. Verh. v. Drahtw.schäd. u. z. Drahtw.bek. Mitt. Biol. Zentr. Anst. **70**, 1951, 113—116.

[2]) Jameson, Thomas a. Woodward s. S. 302[12]) u. a.

[1]) Horber s. S. 304[5]).

[2]) Schwerdtfeger, F., Unters. üb. d. Wirk. d. Hexam. b. d. Engerl.bek. im Forstsch. Zeitschr. Pfl.krankh. **57**, 1950, 246—272.

[3]) Clausen, R. u. Günthart, F., Ess. de lutte contre ver. blanc. (*Mel. mel.* L.) avec. l'hexachl. Rept. 1. int. Congr. Pl. Prot. Heverlee **1946**, 1947, 289—293; Lange s. S. 188[2]) u. a.

[4]) Lange s. S. 188[2]).

[5]) Fulton s. S. 303[1]); Mitchell s. S. 225[4]); McLeod s. S. 213[10]); Holenstein s. S. 302[6]).

[6]) Literatur vgl. vor allem S. 308[5]) und S. 309[1]).

[7]) Schwerdtfeger, F., Neue Unters. üb. d. Wirk. v. Hexam. z. Engerl.bek. Zeitschr. Pfl.krankh. **57**, 1950, 344—350. [8]) Schwerdtfeger s. S. 305[2]).

Bodentiere bleibt aus, wenn diese wegen Kälte (überwinternde Engerlinge) oder Trockenheit (Drahtwurm) tiefere Bodenschichten aufsuchen. Flächenbehandlung mit höheren Dosen kann je nach Boden und Witterungsverhältnissen mehrere Wochen bis über ein Jahr nachwirken, z. B. in Topfversuchen mit 0,5—1,5 g/qm war nach 19 Monaten noch ein Abtötungserfolg von 71 bzw. 99% zu verzeichnen; gute Nachwirkung wurde in Feldversuchen festgestellt[1]). Bei Reihen- oder Saatgutbehandlung fehlt die Nachwirkung, die Pflanzen sind später gegen neu auftretenden Befall nicht immer hinreichend geschützt.

Rohes Hexachlorcyclohexan und die ursprünglichen daraus hergestellten Mittel waren nur begrenzt brauchbar, da sie den auf behandelten Böden angebauten Wurzelfrüchten (Kartoffeln, Radies, Möhren)[2]), auch anderen Kulturen (Bohnen)[3]), einen widerlichen Geschmack geben, der die Produkte unverkäuflich macht. Dies ist vermutlich auf Beimengung von Nebenprodukten der Herstellung oder auf Zersetzungsprodukte zurückzuführen. Die nachteilige Wirkung tritt u. U. noch ein Jahr nach der Behandlung an der Nachfrucht auf[4]). Dieser Mangel haftet den neueren, gereinigten Präparaten weniger oder nicht mehr an.

Die wirksamen Anfwandmengen von Hexachlorcyclohexan werden von Kulturpflanzen im allgemeinen ohne ernstliche Schädigung vertragen; vorübergehende Wachstumsstörungen sind aber häufig. Einige Kulturen sind ausgesprochen empfindlich (s. u.); bei diesen führen bereits geringe Überdosierungen oder akkumulierende Wirkung häufiger Anwendung zu Minderertrag, Wachstumshemmung und Mißbildung, vor allem an Wurzeln. So tritt bei *Allium cepa* Anschwellung der Triebbasis bei Gaben von 0,56 g/kg Boden, bei 2,23 g/kg lief die Saat unvollständig, bei mehr als 4,5 g/kg gar nicht auf; bei Mais wurden leichte Schäden schon bei 0,11% Beimischung beobachtet, während in anderen Versuchen wesentlich größere Mengen schadlos vertragen wurden. Die Wirkung hängt offensichtlich von den jeweils herrschenden Bedingungen ab. Die Wurzelschäden sind besonders deutlich, wenn das Mittel unmittelbar an die Wurzeln kommt[5]). Bei Saatgutbehandlung können sie durch gleichzeitige Beizung verstärkt werden. Die Wurzelschäden sind z. T. auf Störungen der Kernteilung zurückzuführen, die den durch Colchicin verursachten gleichen; sie treten ausgeprägt in 0,00001 Mol/l Gamma-Verbindung auf[6]).

---

[1]) Sakimura s. S. 300[5]); Smith s. S. 300[5]) u. a.

[2]) Hänni, H., Wird der Geschmack d. Feldfr. d. Anw. v. Hexachlorprodukten beeinträchtigt? Schw. landw. Monatsschr. **1946**, H. 12; Greenwood s. S. 275[2]) u. 304[8]); Günthart s. S. 254[4]); Clausen u. Günthart s. S. 305[3]); Pjatnitzki u. Persins. S. 246[10]); Horbers. S. 304[6]); Risticha. Schwardts. S. 310[3]); Arnason, Fox a. Glenn s. S. 302[12]); Scharmers. S. 300[5]); Stellwaag, G., Gibt es Hexachl.-präp. ohne Geruch u. Geschmack? Zeitschr. Pfl.krankh. **56**, 1949, 27—31; Trappmann, W., Geschmacksbeeinträchtigungen v. Erntegut d. Hexapräp. Nachr.bl. Biol. Zentr.anst. Braunschweig **1**, 1949, 78—80 u. a.

[3]) Ellis a. Clayton s. S. 301[7]); Hänni s. S. 306[2]) u. a.

[4]) Hänni s. S. 306[2]) u. a.

[5]) Buzacott, J. H., T. use of benz. hexachl. in N. Queensld. canefields. Jl. Austr. Inst. agric. Sci. **14**, 1948, 24—27 u. a.

[6]) Nybom, N. a. Knutsson, B., Invest. on c-mitosis in *All. cepa*. I. T. cytol. eff. of hexachl. Hereditas **33**, 1947, 220—234.

In der Empfindlichkeit der Arten bestehen erhebliche Unterschiede:

Als besonders empfindlich werden genannt[1]): Zuckerrüben, Mangold, Spinat, Cantaloupe, Gurken, Kürbis, Wassermelone, Zwiebel, Erbse, Kartoffel, Tomaten- u. Paprikakeimpflanzen; empfindlich sind Bohnen, Limabohnen, Erdnuß, Salat und Endivie, gepflanzte Tomaten und Paprika, Klee und unter Umständen feine Gräser. Als wenig empfindlich werden genannt: Kreuzblütler (Broccoli, Kohl, Kohlrabi, Radies, Kohlrüben) und Umbelliferen (Sellerie, Möhren, Pastinak); jedoch scheinen erstere etwas empfindlicher als letztere zu sein. Erdbeeren sind wenig empfindlich und werden durch geringe Gaben gefördert[2]). Die Bewurzelung von Zuckerrohrstecklingen kann gefördert werden[3]). Von Nadelhölzern wird die Lärche durch die zur Engerlingsbekämpfung nötigen Konzentrationen geschädigt, Fichte und Kiefer erst durch Überdosierung[4]). Durch 3 g Gamma qm werden einige Unkräuter wie *Chenopodium album, Amaranthus retroflexus* und *Convolvulus arvensis* für 5 Monate unterdrückt, andere wie *Senecio vulgaris* dagegen nicht beeinflußt[5]). Die Giftwirkung hängt offensichtlich auch von der Art und Anwendung des Präparates ab; sie ist insbesondere bei Samenbehandlung und in kurzen Abständen wiederholter Reihenbehandlung zu berücksichtigen. In der Praxis muß man sich in solchen Fällen auf die geringste zur Schadenverhütung nötige Dosis und Behandlungszahl beschränken. Als Grenzwerte zur Vermeidung von Keimschäden werden für 25 % Lindan angegeben[6]): 0,625 bis 1,25 g kg Weizen, 1,25 bis 2,5 g kg Bohnen, 2,5 g kg Gerste, Mais, Erbsen, Gurken, 5 g kg Salat, Tomaten, Baumwolle und 10 g kg Zuckerrübensaat. Bei der Lagerung verlor behandelte Zuckerrübensaat nach 10 Monaten fast 50 % der insektiziden Wirkung, nach 15 Monaten traten Keim- und Triebkraftschäden ein[6]).

Im einzelnen liegen folgende Ergebnisse vor:

Die pilzliche Mikroflora des Bodens wird kaum beeinflußt; in Reinkulturen von *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. und *Rhizoctonia solani* erwies sich die Delta-Isomere sowie das Heptachlorcyclohexan als giftiger wie die Gammaverbindung. Letzteres scheint für die mikrobiziden Wirkungen des technischen Produktes verantwortlich zu sein[7]).

Nematoda: Die nematozide Wirkung (*Heterodera marioni*) ist ungenügend[8]).

Lumbricidae: Regenwürmer gehen ein, wenn sie direkt durch Emulsion getroffen werden; Streumittel und Suspensionen beeinflussen sie nicht nennenswert[9]).

Myriapoda: *Scutigerella immaculata* (3,1 g qm Gamma gestreut)[10]).

Insecta: Apterygota: *Collembola* (3,1 g qm Gamma gestreut)[10]).

---

[1]) Fulton s. S. 303[1]); Newton, Satchell a. Shaw s. S. 213[4]); Wallace s. S. 302[6]); Günthart s. S. 254[4]); Clausen u. Günthart s. S. 305[3]); Lange s. S. 188[2]); Roberts s. S. 302[12]); Cullinan s. S. 300[6]); Grayson a. Roos s. S. 303[1]); Morrison, Crowell, Crumb a. Lauderdale s. S. 184[1]); Crowell, Morrison, Crumb a. Lauderdale s. S. 271[8]); Pjatnitzki u. Persin s. S. 246[10]); McLeod s. S. 187[1]); Smith s. S. 300[5]); Ehrenhardt, H., Unters. üb. d. Einfl. v. Hexachl. a. d. Keim. v. Sam. u. d. Wachst. d. Pfl. Mitt. Biol. Zentr.-anst. **70**, 1951, 93—95.

[2]) Goldsworthy s. S. 300[6]).

[3]) Bourne, B. A., Eff. of benz. hexachl. a. chlord. on t. germin. of suger cane cutt. Sugar Jl. **10** (3/4), 1948, 20.

[4]) Schwerdtfeger s. S. 305[7]).

[5]) Morrison, Crowell, Crumb a. Lauderdale s. S. 184[1]).

[6]) Lange, Carlson a. Leach s. S. 191[7]).

[7]) Wilson, J. K. a. Choudri, E. S., The eff. of benz. hexachl. on soil organism. Jl. agr. Res. **77**, 1948, 25—32.

[8]) Ellis a. Clayton s. S. 301[7]); Dimock a. Lear s. S. 288[10]).

[9]) Günthart s. S. 254[4]); Goffart s. S. 185[5]); Sakimura s. S. 300[5]); Schwerdtfeger s. S. 305[2]).

[10]) Crowell et al., s. S. 271[8]); Thomas s. S. 169[1]).

Gryllidae: *Gryllotalpa*[1]).

Hemiptera: *Eriosoma lanigerum* (ungenügend)[2]), *Dactylosphaera vastatrix* (als Staub und Suspension ungenügend)[3]).

Coleoptera: Scarabaeidae: *Lepidiota albohirta* (11,2—44,8 g/qm 1,3% Gamma, 0,15–0,58 g/qm, gestreut, 7 Wochen vor Käferflug einige Wochen nachwirkend)[4]), *L. consolvina* und *L. frenchi* (22,4 g/qm 10% Staub; dieser jedoch unwirksam gegen L_3 von *L. trichosterna*[4]), *Melolontha melolontha* (gegen Eigelege 2 l/qm 1% Suspension oder Emulsion = 0,2 g/qm Gamma)[5]); gegen 1–2jähr. Engerlinge 4—6 l/qm 1% bzw. 7—10 l/qm 0,75% = 0,8—1,2 g/qm Gamma, gegen dreijährige 10—20 g/qm als 1,5%ige Suspension auf die Fläche oder in Gruben gegossen oder 1—50 kg/ha 2,5% Streumittel breitwürfig eingearbeitet oder in die Pflugfurche gemischt mit Kalkstickstoff oder Thomasschlacke, evtl. mit Jauche verdünnt, zu Pflugfurche = 0,12—0,33 g/qm Gamma; wirkt 1 Jahr nach; zu Reben 10 g/qm Streumittel oder 15 g/qm Gießmittel; in Forstkulturen[6]) ausreichende Schutzwirkung durch 0,05—0,1 g/qm Gamma, Entseuchung durch 0,3—0,4 g/qm; im dritten Stadium befindliche Engerlinge zeigten auf behandelten Flächen nach 8 Wochen verringertes Durchschnittsgewicht; aus dieser Population schienen nur die kräftigeren Engerlinge zur Verpuppung zu gelangen), *Phyllopertha horticola*[6]), *Popillia japonica* (0,08—0,16 g Gamma/qm)[7]), *Phyllophaga* sp. (0,9—3,3 g/qm Gamma als Gießmittel; 0,62 g/qm als alkoholische – 5%-Lösung, 16 Injektionen zu 5 ccm je qm, jedoch kein durchschlagender Erfolg)[8]), *Anomala orientalis* (22,4 g/qm 0,4%iges Streumittel = 0,11 g/qm Gamma)[9]), *Adoretus* sp. und *Schizonycha* sp. (bis 0,11 g/qm Gamma)[10]), *Heteronychus St. Helenae* (67,7 g/qm einer 6%igen Hexapräparatmischung, bei mäßigem Befall 2% in Superphosphat gibt Teilerfolg)[11]).

Tenebrionidae: *Psammodes* sp.[12]).

---

[1]) Günthart s. S. 254[4]).

[2]) Müller, F. P., Vers. üb. d. Wirks. v. Hexa- u. Esterm. geg. wurzelbes. Ins. Nachr.bl. Dtsch. Pfl.schutzd. NF **3**, 1949, 161—168.

[3]) Breider, H., Unters. z. dir. Bek. d. Reblaus. D. Weinb.wiss. Beih. **2**, 1948, 307–326; Stellwaag, F., Ein. Erg. d. physiol. Wertbest. neuer synth. Kontaktgifte. Zeitschr. Pfl.krankh. **55**, 1948, 53—57; Jancke, O., Vers. z. dir. Rebl.bek. m. neuart. Insektiz. D. Weinb.wiss. Beih. **3**, 1949, 1—5; Müller s. S. 308[2]).

[4]) Mungomery 1946 s. S. 302[9]); ders., Rep. Div. Entom. a. Path. Rep. Bur. Sug. Exp. Stas. Brisbane **47**, 1947, 34—35; ders., T. use of benz. hexachl. in contr. white grubs in Queensld. sug. canefields. Proc. 15. Conf. Queensld. Soc. Sug. Cane Technol. **1948**, 35—42; Buzacott s. S. 306[5]).

[5]) Régnier, R. et Arnoux, J., Rech. s. l. biol. d. vers blancs d. prem. année (*Mel. mel.* L.). C. R. Ac. agr. **1946**; Régnier, R., Res. d. rech. de 1947 s. l. vers blancs (*Mel. mel.* L.). C. R. Ac. agr. **1947**, 684—690; ders. et Hurpin, B., Res. d. rech. de 1948 s. l. hanneton comm. C. R. Ac. agr. **1948**; Viel s. S. 248[13]); Gräfe, K., E. Vers. z. Engerl.bek. m. chem. Mitt. Forstwirtsch.-Holzwirtsch. **3**, 1949, 20—21; Günthart s. S. 254[4]); ders., Vers. u. Erf. z. Maik.- u. Engerl.bek. m. Hexachl.-Präp. 1948. Maag Techn. Orient. Dienst **18**, 1949; Holenstein, R., Nachw. v. Beh. m. Hexalo u. Hexater a. erst spät erschein. Engerl. Maag Techn. Orient.-dienst **20**, 1949; Scharmer s. S. 300[5]); ders., Vers. z. Engerl.bek. a. Dauerwiesen. Mitt. Biol. Zentr.-Anst. **70**, 1951, 81–82; Thiem s. S. 302[3]); Schwerdtfeger, F., Üb. d. Wirk. v. Bek.maßn. im Forstsch. geg. Ins. Zeitschr. Pfl.krankh. **55**, 1948, 341—346; ders. s. S. 305[2]) u. S. 305[7]).

[6]) Schwerdtfeger s. S. 305[2]).

[7]) Schread s. S. 302[4]).

[8]) Hammond s. S. 302[5]); ders., Benz. hexachl. (BHC) as a rap. contr. agent f. white grubs (*Phyll.* spp.). Canad. Ent. **81**, 1949, 200—201.

[9]) Sakimura s. S. 300[5]).

[10]) Mitchell s. S. 225[4]).

[11]) Wallace s. S. 302[6]).

[12]) Mitchell s. S. 225[4]).

Elateridae: Hexachlorcyclohexan wird als das erste auf größeren Flächen brauchbare Mittel bezeichnet. Die einzelnen Arten sind verschieden empfindlich[1]). Angewandt wird es als Streumittel breitwürfig oder mitgedrillt (0,02—0,4 g/qm Gamma) oder als Saatgutbehandlung (0,2 Gew. % u. ä. an Getreide und Rüben und geschnittenen Kartoffeln), sowie mit DD gemischt oder in organischen Lösungsmitteln im Drill- und Injektionsverfahren. Bei sommerlicher Trockenheit ist es weniger wirksam, da die Drahtwürmer abgewandert sind. Saatgutbehandlung (betr. Dosis vgl. S. 305) schützt gut, trotzdem die Drahtwurmpopulation nur auf etwa 50% vermindert wird; bei Wintersaat ist der Schutz geringer (Keimpflanzenfraß im Frühjahr) als bei Frühjahrssaat[2]).

Chrysomelidae: *Diabrotica vittata, D. undecimpunctata, D. duodecimpunctata,* ähnlich auch *D. virgifera* und *D. longicornis* (0,6—3,1 g/qm Gamma auf die Fläche oder 0,04—0,06 g/Pflanzstelle gestreut oder 0,025 g 0,5%ige Lösung eines 5% Gamma enthaltenden Mittels injiziert)[3]).

Curculionidae: *Conotrachelus nenuphar* (0,056—0,112 g/qm Gamma als Staub in den obersten Bodenschichten oder als Gießmittel)[4]).

Lepidoptera: *Agrotis ypsilon*[5]).

Diptera: *Tipula* sp.[6]), *Pales* sp. (2,7 g/qm Gammexan 1:19 mit Superphosphat, gemischt)[7]), *Psila rosae* (bis dreimalige Behandlung der Reihen in 10tägigem Abstand, 0,15 g/lfdm Gamma)[8]), *Chortophila brassicae* (besser als Sublimat wirksam!

---

[1]) Thomas, F. J. D. a. Jameson, H. R., Pract. contr. of wirew. w. Gammexane. Nature **157**, 1946, 555; Dunn, E. V., Henderson, E. a. Stapley, J. H., Contr. of wirew. Nature **158**, 1946, 587: Golightly s. S. 300[2]); Bunet, I. M. a. Holmes, E., Gammexane as an agr. insectic. Rep. l. int. Congr. Pl. Heverlee, **1946**, 1947, 295–303; Greenwood s. S. 275[2]) u. S. 304[8]); Jameson, Thomas a. Woodward s. S. 302[12]); O'Kane, W. C., Res. w. benz. hexachl. Jl. ec. Ent. **40**, 1947, 133–134; Pepper, Wilson a. Campbell s. S. 302[11]); Pepper, B. B., Reed, J. P. a. Campbell, J. C., Invst. on wirew. contr. w. org. insectic. in N. Jersey. Am. Pot. Jl. **26**, 1947, 315—325; Kulash s. S. 300[5]); Thiem s. S. 202[3]); Roberts s. S. 302[12]); McDougall, W. A., Invest. in t. contr. of wirew. (*Lacon variab.* Cand.) in cane fields. w. Gammexane. Queensld. Jl. agric. Sci. **4**, 1947, 140–150; Mungomery 1947 s. S. 308[4]); Post, R. L., Munro, J. A. a. Knapp, R. B., Chem. contr. of wirew. Bim. Bull. N. Dak. agr. exp. Sta. **10**, 1947, 26–31; Arnason, Fox a. Glen s. S. 302[12]); Pjatnitzki a. Persin s. S. 246[10]); Kasikhin a. Yatsyna s. S. 304[8]); Sakimura s. S. 300[5]); Horber s. S. 304[6]); Doechsen s. S. 283[8]); Bonnemaison, M. L., Traitm. de sol et d. semence contr. l. taupins. C. R. Ac. agr. Fr. **35**, 1948, 522—524; Rawlins, W. A., Staples, R. a. Davis, A. C., Wirew. contr. w. sev. insectic. introd. into t. soil. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 326–329; Scharmer s. S. 300[5]); Maercks s. S. 304[8]); ders., Vers. z. Drahtw.bek. m. Hexa. u. Esterm. Z. f. Pfl.-krankh. **56**, 1949, 385–392; Bynum, Ingram a. Charpentier s. S. 302[12]); Stapley s. S. 304[8]); Rawlins, W. A. a. Davis, C. A., Rec. progr. in t. contr. of wirew. on potat. Am. Pot. Jl. **27**, 1950, 151—158; Günthart, Mühletaler u. Ornig s. S. 304[8]). [2]) Lange, Carlson a. Leach s. S. 191[7]).

[3]) Fulton s. S. 303[1]); Grayson a. Roos s. S. 303[1]); Hill, Hixson a. Muma s. S. 303[2]); Muma, M. H., Hill, R. E. a. Hixson, E., Soil treatm. f. corn rootw. contr. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 822—824; Crowell, Morrison, Crumb a. Lauderdale s. S. 271[1]); Kulash s. S. 303[1]).

[4]) Grayson s. S. 303[5]); Smith, C. F., Plum curc. contr. in N. Carol. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 220–227; Snapp, O. J., New insectic. f. contr. plum curc. on peach. Jl. ec. Ent. **41**, 1948, 569.

[5]) Kulash s. S. 303[1]).

[6]) Sakimura s. S. 300[5]). [7]) Gadd s. S. 304[6]).

[8]) Newton, Satchell a. Shaw s. S. 213[4]); Sakimura s. S. 300[5]); Glendenning, R. a. Fulton, H. G., Exp. in contr. of t. carrot fly, *Ps. ros.* L. Sci. Agric. **28**, 1948, 545—553.

3,1 g/qm mit der Scheibenegge eingebracht, die Wirkung hält einige Zeit an[1]), *Hylemyia antiqua* (0,4 g Gamma/lfdm gestreut oder 0,17 g/lfdm Gamma als 0,2%ige Emulsion gegossen; bei mehrfacher Wiederholung Gefahr von Keimschäden)[2]), *H. cilicrura* (0,1–0,2 g/qm Gamma gestreut[3]).

b) Chlordane

(1,2,4,5,6,7,8,8-octachlor-4,7-methano-3a,4,7,7,7a-tetrahydrindan)

Chlordane (Octochlor, Velsicol 1068)[4]) wird ähnlich wie DDT als netzbarer Staub, als Suspension oder als Saatgutbehandlungsmittel angewendet. Die Dosierung liegt zwischen 1,2—4,8 g/qm. Chlordane wirkt vor allem bei höheren Temperaturen rasch[5]), es wirkt im allgemeinen besser insektizid als DDT und ähnlich dem Hexachlorcyclohexan. Die beste Wirkung wird auf gut durchlüfteten Böden erzielt, auf humusreichen Böden ist sie verzögert[5]). Leichte Beeinträchtigung des Geschmacks wurde gelegentlich festgestellt[6]). Für höhere Pflanzen ist es in Gaben von 1,2—2 g/qm unschädlich[7]), stärkere können wuchshemmend wirken und auf Limabohne Chlorose erzeugen[8]). Geringe Gaben fördern die Keimung von Zuckerrohrstecklingen[9]).

Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Nematode: *Heterodera marioni* unwirksam[10]).

Orthoptera: *Gryllotalpa gryllotalpa*[11]).

Isoptera: Termiten (0,25% eingießen)[12]).

Lepidoptera: *Agrotis* spp.[11]).

Coleoptera: Scarabaeidae: *Popillia japonica* (1,12 g/qm im Frühjahr oder Sommer gestreut, wirkt 2,5mal so rasch wie 2,8 g/qm DDT und 6,25 so rasch wie 56 g/qm Bleiarsen; auch rascher als Hexachlorcyclohexan und Toxaphene[13]); zum Tauchen von Topfballen mit 2 T. Dibromäthan und je 1 T. Äthylenglykolmono-

---

[1]) Crowell et al. s. S. 271[9]); Dills a. Odland s. S. 210[10]); Pjatnitzki u. Persin s. S. 246[10]); Klinkowski, M., D. Bek. d. Kohlfl. m. Hexam. Nachr.bl. Deutsch. Pfl.schutzd. **3**, 1949, 130–137; Still a. Eide s. S. 213[5]); Miles, M., Obs. t. biol. a. contr. of cabb. rootfl. *Eroischia brass.* Bché. Ann. appl. Biol. **37**, 1950, 260—267.

[2]) McLeod s. S. 213[10]).

[3]) Ristich, S. S. a. Schwardt, H. H., Biol. a. contr. of t. seed corn magg. on beans in N. Y. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 77—80; dagegen Klinkowski u. Eichler s. S. 303[13]).

[4]) Bussart, J. E. a. Schor, A., Chlordane. Soap a. San. Chem. **24**, 1948, 126—128.

[5]) Fleming, W. E., Chlordane f. contr. of jap. beetle larv. Jl. ec. Ent. **41**, 1949, 905—912.

[6]) Ellis a. Clayton s. S. 301[7]).

[7]) Morrison, Crowell, Crumb a. Lauderdale s. S. 184[1]).

[8]) Fleming s. S. 302[4]) u. S. 310[5]).

[9]) Bourne s. S. 307[3]).

[10]) Ellis a. Clayton s. S. 301[7]).

[11]) Bussart a. Schorr s. S. 310[4]).

[12]) Shelford, V. E., Term. treatm. w. aque. sol. of Chlordane. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 541.

[13]) Schread s. S. 302[4]); Fleming s. S. 302[4]) u. S. 310[5]); Bussart a. Schor s. S. 302[4]).

äthyläther und Tween 20 in Isopropylalkohol gelöst[1]), *Anomala orientalis*[2]), *Autoserica castanea*[2]), *Cyclocephala borealis* (wird etwas langsamer abgetötet)[2]).

Elateridae: Drahtwürmer (0,22–0,9 g/qm; je nach Schwere der Verseuchung auch Reihenbehandlung; Nachwirkung ähnlich wie bei Hexachlorcyclohexan[3]); Saatgutbehandlung weniger wirksam als mit letzterem[4]).

Chrysomelidae: *Diabrotica undecimpunctata* (Reihenbehandlung 0,24 bis 0,48 g/qm, besser als Hexachlorcyclohexan)[5]).

Curculionidae: *Conotrachelus nenuphar*[6]).

Hymenoptera: *Lasius niger* u. a. Ameisen (Gießen der 1,2 g 50% Präparat in 4 l/qm)[7]).

Diptera: *Thomasiniana theobaldi* (Gießen mit Emulsion)[8]), *Chortophila brassicae* (Gießen 0,05—0,4%; Streuen vor dem Pflanzen wenig wirksam[9]), *Hylemyia cilicrura* (9 g 5% Präparat/qm)[10]).

c) Oktochlorkamphen

Das als Toxaphene (Velsicol) gehandelte Insektizid ist nur wenig phytotoxisch[11]) und wird als Staub oder emulgiertes Gießmittel angewandt. Gegen Nematoden ist es unwirksam[12]). Bisher liegen folgende Erfahrungen gegen Bodeninsekten vor:

Popillia japonica (1,79—2,69 g/qm, besser als DDT)[13]), *Elateridae* (bis 1,79 g/qm geringe Wirkung, schlechter als Chlordane und Hexachlorcyclohexan[14]), Reihenbehandlung mit 44,8 g/qm 1% Toxaphene wirkt aber ertragsteigernd)[15]), *Diabrotica undecimpunctata* und andere *D.* spp. (unbefriedigend)[16]), *Chortophila brassicae* (Erfolg im allgemeinen nur mäßig[17]), außer bei Anwendung konzentrierter Mittel[18]).

d) Chlorierte Hydronaphthaline

α) Aldrin (Comp. 118; 1,2,3,4,10,10-hexachlor-1 : 4,5 : 8-diendomethano-1,4,4a, 5,8,8a-hexahydronaphthalin) ist sehr wirksam gegen Drahtwürmer (0,24 bis

---

[1]) Mason a. Chisholm s. S. 287[1]).
[2]) Fleming s. S. 310[5]).
[3]) Post, Munro a. Knapp s. S. 309[1]); Rawlins, Staples a. Davis s. S. 309[1]); Bynum, Ingram a. Charpentier s. S. 302[12]); Rawlins a. Davis s. S. 309[1]).
[4]) Lange, Carlson a. Leach s. S. 303[1]).
[5]) Kulash s. S. 303[1]).
[6]) Snapp s. S. 289[2]).
[7]) Schread s. S. 302[4]); Kerr s. S. 303[6]).
[8]) Bachmann, F., Unters. üb. d. Gallmücke *Thom. theob.* Barnes an Himbeerruten. Schweiz. Zeitschr. f. Obst u. Weinb. **1950**, 386—392.
[9]) Dills a. Odland s. S. 210[10]); Crowell, Morrison, Crumb a. Lauderdale s. S. 271[8]).
[10]) Ristich a. Schwardt s. S. 310[3]); Anon., Mitt. Dr. Maag **77**, 1949.
[11]) Morrison, Crowell, Crumb a. Lauderdale s. S. 184[1]); Goldsworthy s. S. 300[6]).
[12]) Ellis a. Clayton s. S. 301[7]).
[13]) Schread s. S. 302[4]).
[14]) Rawlins, Staple a. Davis s. S. 309[1]); Floyd s. S. 302[12]).
[15]) Bynum, Ingram a. Charpentier s. S. 302[12]).
[16]) Kulash s. S. 303[1]); Muma, Hill a. Hixson s. S. 309[3]).
[17]) Crowell, Morrison, Crumb a. Lauderdale s. S. 271[8]); Still a. Eide s. S. 213[5]).
[18]) Dills a. Odland s. S. 210[10]).

0,49 g/cm)[1]) und Rasen schädigende Insektenlarven (90 g 2,5% Staub zusammen mit Dünger gestreut)[2]). Bei Saatgutbehandlung ist der Erfolg geringer als mit Hexachlorcyclohexan[3]).

β) Dieldrin und Cpd. 497 (1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4,5,8-dimethanonaphthalin) wirken ähnlich wie Aldrin, müssen aber noch weiter erprobt werden[4]).

e) Chlorierte Chinone

Tetrachlorbenzochinon (Spergon) und 2,3 Dichlornaphthochinon (Phygon) werden als fungizide Gieß- und Streumittel ähnlich wie quecksilberhaltige Beizen und Tetramethylthiuramdisulfid angewendet, z. B. gegen *Plasmodiophora brassicae, Pythium debaryanum, Tuburcinia cepulae* und *Rhizoctonia solani*[5]). Diese Mittel erhöhen die Bakterienzahl in der Rhizosphäre[6]).

13. Teerprodukte

a) Phenol (Karbolsäure) und Kresole

Die Brauchbarkeit der früher viel verwendeten Oxybenzolderivate[7]) ist heute umstritten[8]), die günstige Wirkung dieser Verbindungen wird zum Teil auf allgemeine Wachstumsförderung[9]) zurückgeführt, die nach dem relativ raschen, jedoch immerhin 10—12 Wochen andauernden Abbau im Boden regelmäßig eintritt[9]). Vorher kann der Boden nicht in Kultur genommen werden. Bei der Anwendung von Kresolseife zur Reblausbekämpfung wurde unangenehme Geschmacksbeeinflussung der Trauben festgestellt[10]). Kleinste Phenolmengen im Boden können bestimmt werden[11]).

Als Fungizide wurden diese Verbindungen verwendet gegen *Plasmodiophora brassicae* (2,5% Karbolsäure 10 l/qm)[12]), *Pythium debaryanum* (2,5% Karbolsäure, 50 g/kg Boden Kresol)[13]), *Sclerotinia minor* (0,5% Karbolsäure, 5 l/qm)[14]), *Didymella lycopersici* (2% eines 41%igen Präparates 14 Tage vor der Pflanzung)[15]), *Fusarium* (Kresol)[16]), *Phymatotrichum omnivorum* (Kresol)[17]); gegen *Rhizoctonia* versagten sie[18]).

---

[1]) Rawlins, Staples a. Davis s. S. 309[1]); Rawlins a. Davis s. S. 309[1]).
[2]) Schread, J. C., A new chlorin. insectic. f. contr. of turf inhab. ins. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 499—502.
[3]) Lange, Carlson a. Leach s. S. 191[7]).
[4]) Rawlins a. Davis s. S. 309[1]).
[5]) Doran s. S. 208[6]); Alvarez Garcia s. S. 206[6]); Kernkamp, Gibler a. Elling s. S. 206[6]).
[6]) Halleck a. Cochrane s. S. 185[1]).
[7]) Russel s. S. 172[3]); Russell, E. J. a. Petherbridge, E. F., Invest. on sickness in soil. Jl. Bd. Agr. **18**, 1912, 809–827; Howard s. S. 256[14]); Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]).
[8]) Bewley s. S. 160[10]) u. 164[3]); Howard s. S. 256[14]).
[9]) Nobbe u. Richter s. S. 256[10]); Störmer s. S. 256[10]).
[10]) Lüstner, G., Üb. d. Einfl. d. Geruches d. Kresolseifenwassers a. d. Geschmack d. Weinb. u. d. Weines. Ber. Lehranst. Geisenheim Rh. f. **1904**, 210—222.
[11]) Dodd, A. H., Chem. & Ind. **1944**, 237—239.
[12]) Jørgensen s. S. 215[9]).
[13]) Jørgensen s. S. 215[9]).
[14]) Flachs s. S. 215[12]).
[15]) Williams et al. s. S. 209[6]).
[16]) Jørgensen s. S. 215[9]).
[17]) King a. Loomis s. S. 234[13]).
[18]) Jørgensen s. S. 215[9]).

Die nematozide Wirkung ist mäßig bzw. unbefriedigend, selbst bei hohen und den Pflanzenwuchs lange schädigenden Konzentrationen[1]).

Die insektizide Wirkung dürfte in erster Linie auf Kontakt beruhen, da die Verbindungen zu wenig flüchtig sind, um als Gas wirken zu können[2]); im Laboratorium erweisen sie sich in Luft geprüft als ziemlich stark insektizid[3]). o-Kresol wirkt stärker als m- und p-Kresol[4]).

α) Über insektizide Argaben von Karbolsäure liegen folgende Angaben vor:

Isopoda: *Armadillidium speyeri* (1/265 wirkt 52,1/1000 2 Tage)[5]).

Gryllidae: *Pycnoscelus surinamensis* (100 ccm 1%ige Lösung auf 400 g Boden, tötet aber Pflanzen)[6]).

Hemiptera: Wurzelläuse (2—5%ige Lösung einer gleichteiligen Mischung von Phenol und Alkali oder Alkalipolysulfid)[7]).

Coleoptera: *Lachnosterna smithi* (10 l einer Petroleumemulsion mit 1% Phenol auf die Pflanzenstümpfe)[8]), *Popillia japonica* (Eintauchen von Töpfen in 0,1 bis 0,2% reicht nicht völlig aus)[9]), Drahtwürmer (126 g/qm fest oder gelöst wirkt in Topfversuchen gut, 95—100%[10]); Emulsion unzureichend[11]), *Otiorrhynchus sulcatus* (0,042%ige Emulsion mit Seifenzusatz[12]); in anderen Versuchen dagegen unwirksam und pflanzenschädigend[13]), *Byturus tomentosus* (3 l/Busch, 2%ige Emulsion)[14]).

Diptera: *Hylemyia antiqua* (0,036%ige seifenhaltige Emulsion)[15]), *Chortophila brassicae* (84—168 ccm/Pflanze, 0,031—0,42%ige seifenhaltige Emulsion[16]), jedoch nicht unwidersprochen[17]).

---

[1]) Kühn s. S. 203[6]); Russell s. S. 172[3]); Bewley s. S. 164[3]); Schoevers, T. A. C., Proev. m. verschill. middl. tegent wortelaaltje. Versl. Mededeel. Pl. ziekt. k. Dienst. **31**, 1923, 36; ders., Grondontsmettingsproev. Versl. Mededeel. Pl. ziekt. k. Dienst. **34**, 1923, 46; Anon., Exp. res. Sta. Cheshunt Ann. Rep. **10**, 1924, 11—64; Stieltjes, D., Versl. v. het aaltjes proefveld te Dalfsen. Tijdschr. Pl. ziekt. **36**, 1930, 105—111.

[2]) Melander s. S. 243[6]); Lichatschew s. S. 260[7]).

[3]) Tattersfield a. Roberts s. S. 194[4]); Fleming s. S. 194[3]).

[4]) Ditthorn, F., Üb. d. Desinf.wert d. 3 Kresolisomeren. Zentralbl. Bakt. I. **82**, 1919, 482—491.

[5]) Speyer, E. R. a. Owen, O., The act. of some org. comp. up. the cucumb. woodlouse. Ann. appl. Biol. **11**, 1924, 236.

[6]) Doucette a. Smith s. S. 237[6]).

[7]) Del Guercio, Contr. alla conosz. degli Afidi. Redia **12**, 1917, 197.

[8]) D'Emmerez de Charmoy, D., Rep. on *Phytalus smithi* Arrow. a. oth. beetles inj. to sug. cane in Mauritius. Port Louis 1912.

[9]) Fleming s. S. 238[4]).

[10]) Gough s. S. 177[2]).

[11]) Zappe, M. P., Tests of mat. f. t. contr. of wirew. Conn. agr. exp. Sta. Bull. **234**, 1922, 163.

[12]) Theobald, F. V., The vine weevil in ferns a. oth. pot plants. 2. Rep. Ec. Zool. London 1904.

[13]) Smith s. S. 221[13]).

[14]) Korolkov, D. M., Ins. inj. to gardens 1912/13. Rep. by the Zemstvo of the Government Moscow.

[15]) Smith a. Wadsworth s. S. 266[1]).

[16]) Slingerland s. S. 210[10]); Smith, J. B. a. Dickerson, E. L., Cabbage a. onion maggots. N. J. agr. exp. Sta. Bull. **260**, 1907; MacDougall s. S. 264[10]); Britton a. Lowry s. S. 210[10]).

[17]) Krasnyuk s. S. 210[10]).

β) Zur insektiziden Anwendung des Kresols, meist eines technischen isomeren Gemisches oder seiner Emulsionen (mit Alkali = Creolin, mit Harzseife = Cresolin oder mit Olivenölseife = Lysol) wird empfohlen, die Oberfläche des Bodens mit der verdünnten Lösung (z. B. 1 : 39 Vol. T 450—600 g/qm) zu durchtränken und dann so umzugraben, daß die gesättigte Bodenschicht etwa 30 cm tief zu liegen kommt[1]). Auch eine Mischung von Kresol mit Kerosin wurde verwendet[2]).

Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Myriapoda: *Scutigerella immaculata*[3]).

Isopoda: *Armadillidium speyeri* (1/231 o-Kresol wirkt 25, p-Kresol 21 Tage nach)[4]).

Hemiptera: *Dactylosphaera vastatrix* (10—15%ige Emulsion bzw. Kresolseifenwasser und Parol zur oberflächlichen Entseuchung)[5]), Wurzelläuse (1%ige Emulsion)[6]).

Coleoptera: *Lachnosterna smithi* (1%ige Petroleumemulsion, 10 l/Stumpf)[7]), *Lepidiota albohirta* (1/400, 100%)[8]), *Popillia japonica* (1—2g/l, zur Topfentseuchung nicht vorteilhaft)[9]), Drahtwürmer (617 g/qm ohne Erfolg versucht)[10]), *Byturus tomentosus* (2% Emulsion so reichlich, daß die Flüssigkeit 10—17,5 cm tief eindringt)[11]), *Leptinotarsa decemlineata* (10% 1 l/qm)[12]), *Aulacophora abdominalis* (15% in Pflanzlöcher gegossen)[13]).

Diptera: *Psila rosae* (zweifelhafte Ergebnisse)[14]), *Chortophila brassicae* (unsichere Ergebnisse)[15]), *Hylemyia antiqua* (geringe Erfolge)[16]), *Rhagoletis cerasi* (3%ige Lösung 5 l/qm gegen Puppen)[17]).

Hymenoptera: *Solenopsis geminata* (Creolin-Kerosin-Emulsion)[18]).

b) Naphthalin (Naphthalene)

Naphthalin wird seit langem, wenn auch mit begrenzter Wirkung, als insektizides Streu-, seltener als emulgiertes Gießmittel zur Bodenentseuchung verwendet, sei es als Rohnaphthalin, in dem phenolige und andere Bei-

---

[1]) Miles s. S. 188[1]); Bewley s. S. 160[10]).

[2]) Corbett, G., Tobacco. Its cultiv. a. prepar. Gen. Ser. Bull. Dep. agr. Mauritius **33**, 1926.

[3]) Kearns a. Walton s. S. 173[4]).

[4]) Speyer a. Owen s. S. 313[5]).

[5]) Moritz, J., Beob. u. Vers. betr. die Rebl. *Phyll. vast.* u. d. Bek. Arb. Biol. Reichsanst. **6**, 1908, 556—566; Denkschr. s. S. 252[2]); Buddin, W., Part steriliz. of soil by volat. a. non volat. antisept. Jl. agr. Sci. **6**, 1914, 417–451; Matthews s. S. 197[4]); Rübsaamen, E. H., D. Bek. d. Rebl.krankh. in Preußen. Zeitschr. angew. Ent. **1**, 1914, 20.

[6]) Girardi, I., Pulgones de los vegetales Rev. Agr. Bogota **2**, 1916, 303.

[7]) D'Emmerez de Charmoy s. S. 313[8]).

[8]) Jarvis s. S. 238[11]).

[9]) Fleming s. S. 238[4]).

[10]) Russell s. S. 163[8]).

[11]) Korolkov s. S. 313[14]).

[12]) Feytaud s. S. 246[13]).

[13]) Parlakos s. S. 260[2]).

[14]) Smith a. Wadsworth s. S. 266[1]); Smith s. S. 211[1]).

[15]) Brittain s. S. 202[4]); ders., Furth. exp. in the contr. of the cabb. magg. *Chort. brass.* Bché. in 1921. Proc. Can. ent. Soc. **1921**, 1922, 49; Smith s. S. 211[1]).

[16]) Smith s. S. 211[1]).

[17]) Wiesmann s. S. 202[5]).

[18]) Corbett s. S. 314[2]).

mischungen den Wirkungsgrad erhöhen können oder als gereinigtes Präparat (Naphthalinflocken u. ä.), häufig vermischt mit Sand, Fullererde, Erde, Kalk, Dünger u. ä.[1]). In Emulsionen wird es mit Schwefelkohlenstoff (1 kg Naphthalin, 3—4 l Schwefelkohlenstoff, 19—38 g Naphthalin und 24—48 g Schwefelkohlenstoff/qm), eventuell mit emulgierenden Zusätzen wie Ölseifenspiritus, Türkischrotöl u. a.[2]) verwendet; auch eine gesättigte Lösung in Kerosin oder eine Lösung in Baumwollsaatöl kann emulgiert werden[3]). Im Injektionsverfahren wurde eine gesättigte Lösung in Benzol angewendet[4]). Die Toxizität des Dampfes für Drahtwürmer ist mäßig hoch, für Scarabeiden gering, die Wirkung vermutlich je nach dem Reinheitsgrad unterschiedlich[5]); in Kombination mit Schwefelkohlenstoff kann Naphthalin dessen Wirkungsgrad verstärken[6]).

Die angegeben Aufwandmengen schwanken in weiten Grenzen (24—400 g/qm); kleinere Gaben werden mehrmals in Abständen von 7—10 Tagen wiederholt.

Analytische Methoden zur Naphthalinbestimmung im Boden sind ausgearbeitet[7]). Nachteilig ist, daß sich der Geruch und Geschmack des Mittels Wurzelfrüchten (Möhren!) mitteilen kann; die Anwendung ist daher in den Wochen vor der Ernte unzweckmäßig[8]). Im Boden wird Naphthalin rasch durch Bakterien zersetzt, besonders wenn dieser humusreich und feucht ist[9]). Daß öftere Anwendung von Naphthalin solche Bakterien anreichert[10]), ist nicht bestätigt[11]). Abgesehen von dieser Zersetzung hängt die Naphthalinwirkung von der Höhe und Art der Gabe und den Umweltbedingungen ab[12]). Anwendung bei Temperaturen über 21° C in der obersten Bodenschicht (15 cm), bei denen durch rasche Verdampfung eine insektizide Konzentration in der Bodenluft erreicht wird, ist zu empfehlen; die Gaben müssen unter Berücksichtigung der zu durchseuchenden Bodenschicht bemessen und hinreichend tief eingebracht werden. Bei feuchter Witterung hält die Wirkung weniger lange vor als bei

---

[1]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).

[2]) Krauß s. S. 253[7]); Pepper s. S. 254[4]); Miles a. Cohen s. S. 246[11]); Gough s. S. 254[5]).

[3]) Hammer, O. H., Exp. w. kerosene against apple maggot pupae. Jl. ec. Ent. **27**, 1934, 219; Snapp 1932 s. S. 292[4]).

[4]) Burns s. S. 242[14]); Jarvis a. Burns s. S. 242[14]).

[5]) Fleming s. S. 194[3]); Tattersfield a. Roberts s. S. 194[4]); Thalenhorst s. S. 194[4]).

[6]) Krauß s. S. 253[7]); Pepper s. S. 254[4]).

[7]) Fleming a. Baker s. S. 185[2]); Calcott, W. S., English, F. L. a. Downing, F. B., Anal. of naphth. sulfonic ac. a. naphth. Ind. Eng. Chem. **16**, 1924, 27.

[8]) Körting s. S. 207[8]); Kotte s. S. 160[10]).

[9]) Tattersfield s. S. 185[2]); Gray, P. H. H. a. Thornton, H. G., Soil bact. that decompose cert. a. comp. Zentralbl. Bakt. II. **73**, 1928, 74—96; Jacobs, S. E., The infl. of antiseptics on the bact. a. protozoan popul. of greenh. soils. I. Naphth. Ann. appl. Biol. **18**, 1931, 98—136; Körting s. S. 207[8]).

[10]) Tattersfield s. S. 185[2]).

[11]) Fleming a. Baker s. S. 185[2]).

[12]) Lane, M. C., Contr. of wirew. on irrig. lands in the Pac. Northwest. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Pl. Quar. E **320**, 1934; Staniland, L. N. a. Walton, C. L., The use of naphth. f. the contr. of cert. pest of market gardens. Rep. agr. hort. res. Sta. Bristol **1928**, 103—105 u. a.

trockener; durch den unterschiedlichen Einfluß der Versuchsbedingungen und die verschiedene Empfindlichkeit der getroffenen Entwicklungsstadien der Pflanzen und Tiere sind die Erfolge der Naphthalinbehandlung oft widersprechend. Ihre Wirkung auf Bodeninsekten ist nicht von Dauer und nicht immer toxisch, sondern in manchen Fällen auch in relativ geringen Konzentrationen nur vergrämend[1]).

In hohen Gaben in den Boden eingemischt, unterdrückt Naphthalin das Pflanzenwachstum, ist aber doch weniger toxisch als andere Bodenentseuchungsmittel[2]). Die Rinde von Pfirsichbäumen wird bei direkter Berührung mit Naphthalin abgetötet[3]). Es bestehen Unterschiede in der Empfindlichkeit der Pflanzen; so ist Weißklee empfindlicher als Gräser. Mittlere Gaben bzw. verdünnte Mittel können auch in den Beständen bzw. zwischen den Pflanzenreihen angewendet werden.

Über die insektizide Wirkung des Naphthalins liegen folgende Angaben vor:

Myriapoda: *Scutigerella immaculata* (unsichere Ergebnisse mit 134 g/qm, 79%)[4]), nach anderen wirkungslos[5]), *Blanjulus guttulatus* (136 g/qm eingewässert, wirkt bis 7,5 cm Tiefe durch 9 Tage; um tiefere Schichten zu erfassen, 602–672 g/qm empfohlen)[6]), *Orthomorpha gracilis*[7]), Tausendfüßler im allg. (1,7 g/qm Ruß-Naphthalingemisch eingearbeitet)[8]), dagegen wirkungslos gegen *Cylindrojulus londinensis coeruleocinctus* (34—67 g/qm)[9]).

Isopoda: *Armadillidium speyeri* (1/195 zu 250 g Boden, wirkt nur 4 Tage)[10]).

Hymenoptera: *Tetramorium caespitum*[11]).

Hemiptera: *Pseudococcus brevipes* (2–10 g/Topf)[12]), *Geoica phaseoli* u. *Pemphigus bursarius* (Nachentseuchung bei Salat)[13]).

Lepidoptera: *Hepialus lupulinus* (34—102 g/qm gut einarbeiten, wirkt sehr gut)[14]), *Hydroecia micacea* (68—102 g/qm)[15]), Erdraupen (67 g/qm, 66—100%)[16]), *Agrotis segetum* (4 l/qm einer 1%igen Emulsion eines Gemisches mit Schwefelkohlenstoff; 1 g Naphthalin auf 3 ccm CS_2 = 8 g Naphthalin/qm in Topfversuchen,

---

[1]) Tattersfield s. S. 185[2]); Gough s. S. 254[5]); Smith a. Wadsworth s. S. 266[1]).

[2]) Gough s. S. 254[5]); Fleming a. Baker s. S. 185[2]) u. a.

[3]) Stear, J. R., Investig. on naphth. as a fumig. ag. peach tree borer (*Aegeria exit.* Say) a. sod ins. A progr. rep. Jl. ec. Ent. **26**, 1933, 903.

[4]) Michelbacher s. S. 222[1]).

[5]) Kearns a. Walton s. S. 173[4]); Anon., Bienn. rep. Oregon agr. exp. Sta. **1926/28**, 1928, 101.

[6]) Speyer, E. R., Ent. invest. 5. Milliped. Rep. exp. res. Sta. Cheshunt, **19**, 1934, 75.

[7]) Orchard, O. B., Animal pests. 6. Millip. contr. (*Blani. guttul.* Bosc. a. *Orthom. grac.* Koch.). Rep. exp. Res. Sta. Cheshunt **22**, 1936, 76.

[8]) Anon., Penns. agr. exp. Sta. Bull. **196**, 1925; Theobald, F. V., Res. Dep. S. E. agr. Coll. Wye Rep. 1922/23, 1923, App. B. 5.

[9]) McLeod, G. F. a. Butcher, F. G., Stud. of milliped. a. gnat inj. to potato tub. Jl. ec. Ent. **27**, 1934, 106—108.

[10]) Speyer a. Owen s. S. 313[5]).

[11]) Walker a. Anderson s. S. 264[6]).

[12]) Hosni a. Shafik s. S. 213[1]).

[13]) Theobald, F. V., Aphides attacking veg. a. market garden crops. Jl. R. hort. Soc. **50**, 1925, 28.

[14]) Wilson, G. F., Ins. pests of gard. Irises, their detection a. contr. Iris Yearb. Tunbridge Wells **1934**, 77; Anon., Swift moths. Min. Agr. Adv. leafl. **160**, 1933; Cameron, A. E., Ins. a. other pests of 1940. Trans. Highl. Agr. Soc. Scot. **1941**; Speyer, Parr a. Read s. S. 234[22]).

[15]) Cameron s. S. 316[14]).

[16]) Stear s. S. 316[3]); Theobald s. S. 316[8]).

95%[1]), *Sanninoidea exitiosa* (14—56g/Baum²); auch als Emulsion angewendet; nach anderen unwirksam[3]).

Coleoptera: Scarabaeidae: *Melolontha melolontha* (bei stark wechselnden Aufwandmengen (38—250 g/qm, meist 80—100 mg/qm) liegen teils Erfolge[4]), teils völlige Mißerfolge[5]) vor allem auf Grasland vor; die Unterschiede dürften in erster Linie darauf zurückzuführen sein, daß je nach der Temperatur und den Niederschlagsverhältnissen die Tiefenwirkung der gleichen Gabe sehr verschieden sein kann, auch der Zeitpunkt der Anwendung kann im Zusammenhang mit der wechselnden Tiefenlage der Engerlinge von entscheidender Bedeutung sein[6]); Naphthalingaben (30 g/qm) können ferner, wenn sie in den Boden eingespült sind, die Maikäfer von der Eiablage abhalten und dadurch eine Bodenverseuchung verhindern[7]), *Phyllopertha horticola* (25—101 g/qm)[8]), *Ph. nazarena* (98,5 kg/ha)[9]), *Anomala orientalis, Popillia japonica* und *Aserica castanea* (3000 g/cbm bzw. 224 g/qm gut in den Boden eingearbeitet, wirken am besten bei hohen Temperaturen)[10]), *Lepidiota albohirta* (Erfolge mäßig, auch bei Injektion gesättigter benzolischer Lösungen 3,5–7 g/Pflanzstelle des Zuckerrohres)[11]), *Odontria zealandica* (102 bis 136 g/qm mit wechselndem Erfolg)[12]).

Elateridae: Die Dosis toxica für Drahtwürmer liegt nach Topfversuchen sehr hoch (315–378 g/qm)[13]). Trotzdem wurden in vielen Fällen praktisch befriedigende Ergebnisse mit Aufwandmengen von meist 60—100 g/qm (in den Grenzwerten 37 bis

---

[1]) Krauß s. S. 253[7]).

[2]) Stear s. S. 316[3]).

[3]) Blakeslee s. S. 264[8]); Peterson s. S. 246[5]); Snapp 1932 s. S. 292[6]).

[4]) Marsaux, Jl. Soc. Hort. Seine et Oise Nov./Dez. 1863, Juli/August u. Nov./Dez. 1864; Reiset, J., Rem. sur les dommages caus. à l'agr. par le hanneton et son larve. C. R. Ac. sci. **65**, 1867, 1125–1140; Brochi, Jl. agr. Prat. 1889, 670–671; Guyot, L., Jl. Agr. Prat. **45**, 1926, 299—300; Thompson, H. W., The cockchafer beetle its incidence a. contr. Welsh. Jl. Agr. **10**, 1934, 308—316; Guenaux s. S. 261[9]); Romanovsky Romanko, A., The treatm. of an orchard. Mass. Gard. Fruit Grow. a. Mark. Gard. Petrograd **56**, 1915, 748—775 u. **57**, 1916, 63, 73, 313, 364 u. 501; Theobald s. S. 316[8]); Löschnig, Bek. d. Eng. Weinland **1923**, 157—158; Faes, H., Staehelin, M. et Bovey, P., Les traitements eff. contr. paras. des arbres fruitiers, insects et champignons 1930 et 1931. Landw. Jahrb. Schweiz **46**, 1933, 71—72; Blunck, H., Über die Möglichkeiten z. Verh. d. Eiabl. d. Maik. auf landw. Flächen. Zeitschr. Pflanzenkr. **48**, 1938, 27—39.

[5]) Decoppet s. S. 203[9]); Marie, P., Utilisation de la naphth. pour éloigner les hannetons femelles au moment de la ponte. Rev. Path. Vég. **13**, 1926, 39–48; Theobald, s. S. 200[1]); Kaysing s. S. 199[9]).

[6]) Thalenhorst s. S. 194[4]).

[7]) Willaume s. S. 250[6]); Blunck s. S. 317[4]); Meyer, E., Vers. m. chem. Vergällungsm. z. Verh. d. Eiablage d. Maik. a. landw. gen. Flächen. Zeitschr Pfl.krankh. **52**, 1942, 131—133.

[8]) Thompson s. S. 317[4]); Walton, C. L., The contr. of *Phyll. hortic.* in grassl. Rep. agr. hort. Res. Sta. Bristol **1943**, 1935, 150; Bennett s. S. 247[14]); Cameron s. S. 316[14]); Gray, Peet a. Rogerson s. S. 200[2]); Mitchell s. S. 225[4]).

[9]) Rionay s. S. 247[9]).

[10]) Anon., U. S. Dept. Agr. P. Q. C. A. S. R. A. **99**, 1929, 63; **118**, 1934, 1 u. S. 220[8]); Fleming s. S. 220[5]); Fleming a. Baker s. S. 185[2]) u. S. 220[8]); Smith, Bull. **41** u. **45**, s. S. 253[8]); Lipp s. S. 220[8]); Cameron s. S. 316[14]).

[11]) Jarvis, E., The life hist. a. contr. of insect affecting sugar cane in North Queensld. Queensld. Agr. Jl. **21**, 1924, 28—33, 91—96; Burns s. S. 242[14]); Jarvis a. Burns s. S. 242[14]).

[12]) Cottier s. S. 221[4]); dagegen Muggeridge, J., Rep. Dep. Agr. N. Z. **1933/34**, 1934, 42.

[13]) Gough s. S. 254[5]).

189 g/qm) erzielt; breitwürfig gestreut und eingearbeitet, in die Pflugfurche gegeben oder an die Pflanzenreihen gestreut (7—17 g/lfdm); den positiven Ergebnissen[1]) stehen aber auch unbefriedigende[2]) gegenüber; der Erfolg hängt offensichtlich von hinreichend hoher Temperatur (21° C)[3]) und Bodenfeuchtigkeit, der Bearbeitungstiefe (17—25 cm)[4]) sowie vom Zeitpunkt der Anwendung ab: im Winter und in trockenen Perioden befinden sich die Drahtwürmer in tieferen Bodenschichten[5]); im späten Frühjahr kann das langsam sich verflüchtigende Naphthalin dagegen vorteilhaft sein[6]); gute Wirkung wurde auch durch Naphthalin-Schwefelkohlenstoffemulsion (1 g Naphthalin, 5 g Schwefelkohlenstoff in 474 ccm/Pflanze)[7]) und mit Naphthalin vermischtem Senfstaub (20 g/qm Naphthalin in 250—500 g/qm „mustard dross") erzielt[8]).

Curculionidae: *Otiorrhynchus sulcatus* (243 g/qm[9]) oder mit Schwefelkohlenstoff emulgiert, 8 g/qm[10]); bei Anwendung 30 Tage vor Einbringen der Larven dagegen ohne Erfolg)[11]), *O. rugosostriatus*[12]), *Cleonus punctiventris* (Naphthalin verstärkt die Chlorpikrinwirkung)[13]).

Cryptophagidae: *Atomaria linearis* (Samenbehandlung bei Rüben 1:20[14]); Flächenbehandlung, 38 g/qm, dagegen wirkungslos)[15]).

Diptera: Zur Bekämpfung von Dipteren eignet sich Naphthalin besonders gut, wenn auch gelegentliche Fehlschläge gemeldet werden. *Tipula* spp. (25—102 g/qm;

---

[1]) Jarvis, E., Cane pest combat and control. Queensld. Agr. Jl. **24**, 1925, 6; Tattersfield s. S. 185[2]); Theobald s. S. 316[8]); Marlatt, C. L., Rep. of the Chief of the Bur. of Ent. U. S. Dept. Agr. **1933**; Lane s. S. 315[12]); Glen, R., King, K. M. a. Arnason, A. P., The wirew. probl. of garden, potato and truck crops in the prairie prov. Saskat. Leafl. ent. Br. Dep. Agr. Canada **44**, 1936; Strong s. S. 219[1]); Ladell s. S. 196[4]); Glen, K. a. King, K. M., The rel. of wirew. to potato grow. in the Prairie Prov. Sci. Agr. **18**, 1938, 283—287; Massee, A. M., Notes on some interesting insects observed on 1939. Rep. E. Malling Res. Sta. **27**, 1940, 70; Annand, P. M., Rep. of the Chief of the Bur. of Ent. and Pl. Quar. U. S. Dept. Agr. **1943**, 1944; Jones a. Shirk s. S. 183[2]); Morrill, jr. A. W. a. Lacroix, D. S., Rep. on Insect Investing. for 1938. Conn. agr. exp. Sta. Bull. **433**, 1940, 186 bis, 193; Singleton et al., Wash. agr. exp. Sta. Bull. **435**, 1943, 76—85; **455**, 1944, 77—86; Speyer, Parr a. Read s. S. 234[22]); unklare Ergebnisse bei Hawkins s. S. 243[7]).

[2]) Gray, R. A. H. a. Wheldon, R. W., Field trials for the prevention of damage to crops by wirew. and leather jackets. Jl. Newcastels Fmrs. Cl. **1919**, 89; McDougall s. S. 204[1]); Gough s. S. 254[5]); Miles, H. W. a. Cohen, M., Inv. on wirew. and their contr. Rep. ent. Res. Sta. Waburton **1937**, 1938.

[3]) Lane s. S. 315[12]); Glen, King a. Arnason s. S. 318[1]); Strong s. S. 219[1]); Morrill a. Lacroix s. S. 318[1]); Marlatt s. S. 318[1]); Glen u. King s. S. 318[1]).

[4]) Gough s. S. 254[5]).

[5]) Jones a. Shirk s. S. 183[2]).

[6]) Pepper s. S. 284[4]); Krauß s. S. 253[7]); Gough s. S. 254[5]); Miles a. Cohen s. S. 318[1]).

[7]) Pepper s. S. 254[4]).

[8]) Miles a. Cohen 1939, s. S. 246[10]).

[9]) Anderson, W. B., Injury to primulas from vine weevil. Proc. Ent. soc. Br. Columbia **26**, 1929, 46.

[10]) Krauß s. S. 253[7]).

[11]) Smith s. S. 173[3]).

[12]) Hardouin, R., Matériaux d'éthologie concernant *Otiorrhynchus rugostriatus* Goeze. Bull. Soc. Ent. Fr. **1931**, 179.

[13]) Savchenko u. Yarmolenko s. S. 244[8]).

[14]) Rambousek, Ber. Forsch. Inst. Tschechoslov. Zuckerind. Zeitschr. f. d. Zuckerind. i. d. Tsch.-Slow. **50**, 1926/26.

[15]) Edwards a. Thompson s. S. 244[8]).

jedoch nicht immer erfolgreich)[1]), *Dasyneura arabis* (136 g/qm)[2]), *D. mali* (98 g/qm)[3]), *Contarinia pisi*[4]), *C. torquens*[5]), *C. pyrivora* (zweifelhaft)[6]), *Bibio marci* und *B. johannis*[7]), *Chironomidae*[8]), *Psila rosae* (12,6–45 g/qm, meist 30–45 g/qm, 3–13mal wiederholt, evtl. gemischt mit Seifenpulver oder Schwefel[9]), 15 g/lfdm[10]); die anfängliche Geschmacksbeeinträchtigung verliert sich erst nach 2 Monaten, *Chortophila brassicae* (0,8—7 g/Pflanze bzw. 20—40 g/qm mehrmals in Abständen von 7—10 Tagen)[11]), *Hylemyia antiqua* (gemischt mit Seifenpulver[12]); Samenbehandlung erfolglos[13]), *H. cilicrura*[14]), *Myodina vibrans*[15]), *Acidia heraclei*[16]), *Rhagoletis cerasi* (150 g/qm gegen Larven, dagegen bis 490 g/qm ungenügend gegen Puppen)[17]), *Rh. pomonella* (gesättigte Lösung in Kerosen als wäßrige Emulsion (1:1—1:3), etwa 10 l/qm)[18]).

Acarina: *Tetranychus telarius* (38—50 g/qm um die Hopfenpflanzen, an denen die Milben überwintern)[19]).

---

[1]) Hodson, W. E. H. a. Beaumont, A., 2. ann. Rep. Dep. Plant Path. for the year ending 30. 9. 1925. Pamphl. Seale Hayne agric. Coll. **19**, 1926; Dawson s. S. 202[3]); Thompson s. S. 200[4]); Theobald s. S. 200[1]).

[2]) Barnes, H. F. a. Theobald, F. V., A new gallmidge attacking *Arabis albida*. Jl. S. E. Agr. Coll. **24**, 1927, 54—55.

[3]) Alexander 1940 s. S. 210[10]).

[4]) Barnes, H. F., New damage to peas by the pea midge. Jl. Min. agr. **34**, 1927, 159—161.

[5]) Müller, K. R., Über die Drehherzkrankheit des Kohls. Fortschr. d. Landw. **6**, 1931, 496.

[6]) Anon., N. Y. Sta. agr. exp. Sta. Rep. **52**, 1934, 54; dagegen N. Y. Sta. agr. exp. Sta. Rep. **55**, 1937, 48.

[7]) Collinge, W. E., 7. ann. Rep. Journ. Land Agents Soc. **1913**, 1–24; Fulton s. S. 214[3]).

[8]) Fulton s. S. 214[3]).

[9]) Smith a. Wadsworth s. S. 266[1]); Glasgow, H., The present status of carrot rust fly contr. in New York. Jl. ec. Ent. **24**, 1931, 189—196; Thompson, H. W., Contr. of root flies in S. Wales. Welsh. Jl. Agr. **6**, 1930, 295—301; Anon., Rep. Sci. Serv. Dom. Can. Dep. Agr. **1934/44**, 1945, 49—62; Anon., Rep. Cornell agr. exp. Sta. **53**, 1941, 126—137; **55**, 1943, 121—132; Glendenning s. S. 213[3]); ders. a. Fulton s. S. 309[8]); Ahlberg s. S. 213[4]); Roebuck, A., T. carrot fly in t. midlands. Ann. appl. Biol. **32**, 1945, 264—265; Kotte s. S. 160[10]).

[10]) Körting s. S. 207[8]).

[11]) Slingerland s. S. 210[10]); Britton a. Lowry s. S. 210[10]); Brittain s. S. 202[4]); Krasnyuk s. S. 210[11]); Edwards s. S. 210[11]); Gray, H. E., T. onion magg. in Alberta. Ann. Rep. ent. Soc. Ontario **54**, 1924, 26—38; Staniland a. Walton s. S. 315[12]); Miles s. S. 210[10]); Tomaczewski, Nitsche u. Langenbuch s. S. 208[2]); Thompson s. S. 319[9]); Goffart, H., Vers. z. Bek d. Kohlfliege (*Phorbia brass.* Bche.). mit Naphth. Anz. Schädl.bek. **8**, 1932, 44; ders. s. S. 210[10]); Hanson a. Webster s. S. 210[8]); Alexander 1941, s. S. 210[11]); Kotte s. S. 160[10]).

[12]) Smith a. Wadsworth s. S. 266[1]).

[13]) Heringa s. S. 207[4]).

[14]) Couturier, A., Rem. s. u. att. d. *Chort. cilier.* Rol. s. haricot. Rev. zool. agric. **36**, 1937, 33—36.

[15]) Theobald, F. V., Ann. Rep. Res. a. Adv. Dep. **1925/26**, 5—22.

[16]) Anon., The celery fly (*Acidia heraclei*). Gard. Chron. **81**, 1927, 359; Staniland a. Walton s. S. 315[12]).

[17]) Wiesmann s. S. 201[5]); Thiem s. S. 200[15]).

[18]) Hammer s. S. 315[3]).

[19]) Massee, A. M., Notes on mite a. oth. ins. perts f. t. year 1933. Rep. East Malling Res. Sta. **21**, 1934, 176.

c) Teerdestillate (Tar oils, Karbolineum)

Die höheren Fraktionen der bei der Kohleverschwelung anfallenden Teerprodukte wurden in der Bodenentseuchung vielfach angewandt. Hinsichtlich der Fraktionierung der Teeröle sei auf den Beitrag über chemische Pflanzenschutzmittel in diesem Band hingewiesen. Hier wird eine Unterscheidung der Fraktionen nur insoweit durchgeführt, als ausdrücklich bestimmte Fraktionen (Mittel- o. Creosotöl, Schwer- o. Anthracenöl) genannt sind und erhebliche Unterschiede in ihrer Anwendbarkeit sich ergeben. Die übrigen Angaben werden vorweg unter dem Sammelbegriff Karbolineum behandelt.

Angewendet werden Teeröle teils, an inerte Trägerstoffe gebunden, als Streumittel, teils, in emulgierter Form, als Gießmittel. Die Aufwandmengen wechseln sehr stark, kritische Untersuchungen über Art und Dauer der Wirkung wurden relativ wenig durchgeführt[1]).

α) Karbolineum

In 8%iger Emulsion wurde Karbolineum frühzeitig als Mittel zur insektiziden Entseuchung der oberen Bodenschichten[2]) und an Humus adsorbiert (Humuskarbolineum) zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit[3]) empfohlen.

Im einzelnen liegen folgende Angaben vor (vgl. auch unten):

Hemiptera: *Eriosoma pyricola* (1,25—6%ige Emulsion, jedoch Tiefenwirkung nicht ausreichend, Wurzeln z. T. geschädigt)[4]), *Dactylosphaera vastatrix* (Teer zur Vernichtung der Rebstümpfe, Teerölemulsion zur Oberflächenentseuchung beim Extinktivverfahren)[5]).

Coleoptera: Scarabaeidae: *Cotinis nitida* (Präparat mit 12% Phenolen und 53% Kohlenteerölen (1:125 verdünnt, 5,1—7,1 l/qm = 4—5 g/qm)[6]), Engerlinge an Kakao[7]), *Adoretus umbrosus* (3% 1–2 l/Baum)[8]), *Odontria zealandica* (169–676 ccm in 16,3 l/qm)[9]).

Curculionidae: *Ceutorrhynchus pleurostigma* (9 g/qm einer Mischung von 9 T. Kalk mit 1 T. eines Produktes von gemahlenen neutralen Rückständen mit 1% neutralem Öl)[10]).

Chrysomelidae: *Chaetocnema viridula* (30—60 ccm/qm, 3%ige Emulsion, 100%)[11]).

Byturidae: *Byturus tomentosus* (2% Emulsion stark gießen)[12]).

---

[1]) Vgl. Gough s. S. 177[2]). [2]) Molz s. S. 253[5]).

[3]) Hiltner, L., Ü. neuere Erg. u. Probl. a. d. Geb. d. landw. Bakteriol. Jahrb. angew. Bot. **5**, 1907, 200—220; ders., Ü. d. Verw. d. Karbol. i. Obst- u. Weinb. u. i. d. Landw. Prakt. Bl. f. Pfl.bau u. Pfl.schutz **6**, 1908, 49, 61—64, 133.

[4]) Davidson, W. M., The pear woolly aphis. Mon. Bull. Calif. Comm. Hort. **6**, 1917, 390.

[5]) Denkschr. s. S. 252[2]); Grassi s. S. 258[12]) u. a.

[6]) Davis a. Luginbill s. S. 173[3]).

[7]) Preuss, P., Bek. v. Thrips u. Engerl. an Kakaopfl. Tropenpflanzer **27**, 1924, 170.

[8]) Mallamaire, A., Extr. du Rapp. de la stat. exp. du palmier a huile de la Mé. Anneé 1933. Bull. Comm. A. O. F. **17**, 1934, 455.

[9]) Cottier s. S. 221[4]).

[10]) Isaac s. S. 295[12]); Benlloch, M., La lucha contr. la „potra" de las colas. Estac. Pat. Veg. Biol. **1**, 1926, 105—106.

[11]) Ripper, W., *Chaetoc. virid.* Neuh. Pfl.Sch. **27**, 1934, 27.

[12]) Korolkov s. S. 313[14]).

Hymenoptera: *Tetramorium caespitum* (1,5% saures Teeröl, schädigt aber die Pflanzen)[1]).

Diptera: *Tipulidae* (100—200 ccm Emulsion 1:250 3—4 Monate vor der Bepflanzung bzw. 1:500 nach dem Pflanzen)[2]), *Psila rosae* (weniger brauchbar als Naphthalin)[3]), *Chortophila brassicae* (0,1—0,4% Emulsion ovizid; 0,2—0,4 bzw. 1/240 in Abständen von 8 Tagen 2—3 mal an die Pflanzen gießen oder Ausstreuen von karbolineumhaltigen Streumitteln)[4]), *Metaponia rubriceps* (Streumittel eingedrillt)[5]), *Rhagoletis cerasi* (Puppen 5—10%ige Emulsion 5 l/qm = 400 g/qm; gegen Larven 2% in gleicher Menge = 100 g/qm)[6]), *Contarinia pyrivora* (widersprechende Ergebnisse, 3% 0,8–1,1 l/qm zur Zeit des Knospenaufbrechens)[7]), *Perrisia pyri* (stärkere Schwerölemulsion sehr gut gegen Puppen)[8]).

β) Benzol

Trotz der an sich geringen Toxizität[9]) wurde Benzol manchmal versuchsweise mit Erfolg zur Bodenentseuchung als Injektions- und Gießmittel herangezogen. In Pflanzenbeständen wirkt es aber leicht schädlich[10]). Heute ist es wohl ohne praktische Bedeutung.

Im einzelnen ergibt sich folgendes:

Isoptera: Termiten (nach Verbrennung der beschädigten Zuckerrohrpflanzen 25—200 ccm je Bau)[11]).

Coleoptera: *Lepidiota albohirta* (versuchsweise 14 g gegossen, 7 g ungenügend)[12]), *Leucopholis rorida* und *Lepidiota stigma* (40 ccm/Pflanze ungenügend)[13]), Drahtwürmer (22 g/qm zusammen mit Köder)[14]), *Leptinotarsa decemlineata* (4—5 l/qm Rohbenzol zur Radikalentseuchung)[15]), *Staphilinidae* (9 g/qm)[16]).

Diptera: *Sciara* sp. (5—7 ccm injiziert in Pflanzennähe)[17]).

Mehrfach dient Benzol als Lösungsmittel für andere Bodeninsektizide (s. Naphthalin, Kiefernteeröl, Mittelöl, Schwefelkohlenstoff, Tetrachloräthan).

---

[1]) Walker a. Anderson s. S. 264[6]).

[2]) Senstius, M. W., Over eene recente ins. plaag of Koffierzaadbedden. Meded. Proefst., Malang **7**, 1915, 5. [3]) Körting s. S. 207[8]).

[4]) Gasow s. S. 202[4]); Brittain s. S. 202[4]); ders., Rep. secr. agr. N. S. **1923**, 1924, 48; ders. s. S. 210[10]); Krasnyuk s. S. 210[10]); Miles s. S. 210[10]); Edwards s. S. 210[10]); Tomaczewski, Nitsche u. Langenbuch s. S. 208[2]); Langenbuch, E., Prüf. v. Bek.mitt. geg. d. Kohlfl. Mitt. Biol. Reichsanst. **65**, 1942, 22; Dills, Frear a. King s. S. 213[7]); Kotte s. S. 160[10]); Ahlberg s. S. 213[4]).

[5]) Jarvis s. S. 264[15]).

[6]) Wiesmann s. S. 202[5]); Thiem s. S. 200[15]); ders. s. S. 270[17]).

[7]) Miller, D., T. pear leaf curl midge. N. Z. Jl. Agr. **23**, 1921, 84—92.

[8]) Cantoni, G., D. Birngallm. Anz. Schädl.k. **5**, 1929, 153; Schøyen s. S. 246[17]); dagegen Staniland a. Walton s. S. 244[2]); Bennet a. Kearns s. S. 244[2]). [9]) Tattersfield a. Roberts s. S. 194[4]).

[10]) Speyer, W., D. Wirk. v. Rohbenz. a. d. Pfl.wachst. f. Pfl.kr. **46**, 1936, 411–417.

[11]) Jarvis s. S. 258[5]).

[12]) Jarvis, E. W., Queensld. agr. Jl. **24**, 1925, 219; Jarvis a. Burns s. S. 242[14]).

[13]) Leefmans s. S. 220[10]).

[14]) Jarvis, E., Queensld. agr. Jl. **28**, 1927, 114—115.

[15]) Feytaud s. S. 243[9]) u. S. 191[1]); Hilgendorff, G. u. Trappmann, W., Bodendesinf. vers. Nachr.bl. Dtsch. Pfl.schutzd. **6**, 1926, 59—61; Hilgendorff, G., Üb. d. f. d. Bek. d. Kartoffelk. z. Verf. steh. Teeröle. Nachr.bl. Dtsch. Pfl.schutzd. **5**, 1925, 26—29; Schwartz, M., Auftr. d. Kartoffelk. in Stade. Nachr.bl. Dtsch. Pfl.schutzd. **14**, 1934, 73.

[16]) Vincent, Un parasite des navets. C. r. Ac. agr. Fr. **2**, 1916, 87.

[17]) Ritzema, Bos, J., Ziekten en beschadigingen veroorz. d. dieren. Medel. Landb. Hoogsch. Wageningen **11**, 1917, 169.

γ) Mittelöl (Kreosot, Creosote oil)

Dies Gemisch verschiedener, über 200° C siedender Kohlenwasserstoffe und anderer Teerbestandteile erwies sich in einigen Fällen als geeignetes Bodenentseuchungsmittel, vor allem gegen Dipteren. Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Nematode: *Heterodera schachtii* (verschiedene Fraktionen wirken aktivierend)[1]).

Myriapoda: Tausendfüßler (1/25—1/100 in kalten Kästen)[2]), *Scutigerella immaculata* (eine mit Kreosot gesättigte Sandschicht auf dem Untergrund, mit der Krume bedeckt, verzögert das Hochwandern für einige Wochen)[3]).

Thysanoptera: *Frankliniella davisii* (125 vol% in Seifenlösung 3,7 l/qm; mehrmalige Anwendung schädigt)[4]).

Hemiptera: Wurzelläuse (2—5%ige Emulsion des ungereinigten Handelsproduktes unter Zusatz alkalischer Erden oder Alkalipolysulfid)[5]), *Eriosoma lanigerum* (30 ccm/Baum in einer Verdünnung von 1/30, 75—150 ccm Creosot/Baum als 8%ige Emulsion schädigt die Bäume schwer)[6]).

Coleoptera: *Lepidiota albohirta* (0,99 g/l 4,7 ccm einer 20%igen Lösung in Benzol in 10 cm Abstand beiderseits der Horste, Ergebnisse unsicher)[7]), *Agriotes* sp. (126—189 g/qm 6 Tage exponiert, wirkt in Topfversuchen gut)[8]), *Ceutorrhynchus pleurostigma* (5 ccm/qm 1 : 1 mit Kalk gemischt unwirksam)[9]), *Leptinotarsa decemlineata*[10]), *Sciobus granosus* (0,36% des Bodengewichtes)[11]).

Diptera: *Psila rosae* (1% an Sand oder Kalk; höher siedendes Mittelöl wirkt besser, 12,6 g/qm 2–4mal gegeben)[12]), *Chortophila brassicae* (8 g/qm als 1%iges Gemisch mit Lehm oder Kalk oder 0,3%ige Emulsion, sehr wirksam)[13]), *Hylemyia antiqua* (1%iges Streumittel; 0,3%ige Emulsion wegen großer Empfindlichkeit der Zwiebeljungpflanzen unbrauchbar)[14]), *Contarinia pyrivora* (3% in Sulfitlauge, 90 bis 120 ccm/qm)[15]).

δ) Schweröl (Anthracenöl)

Die über 27° C siedenden Öle zeigen im allgemeinen eine geringere bodenentseuchende Wirkung als die Mittelöle, das Anthracen selbst ist unwirksam[16]). Von erfolgreichen Anwendungen gegen *Psila rosae* (1% 25 g/qm)[17]) und *Chortophila brassicae*[18]) als 1%iges Streumittel wird berichtet. Gegen *Hylemyia antiqua* ist die Wirkung nicht sicher[19]).

---

[1]) Rademacher u. Schmidt s. S. 195[3]).
[2]) Horsfall a. Eyer s. S. 237[4]). [3]) Riley s. S. 257[5]).
[4]) Lathrop s. S. 270[1]). [5]) Del Guercio s. S. 313[7]).
[6]) Reppert, Schoene a. Underhill s. S. 237[9]).
[7]) Jarvis s. S. 238[11]) u. 253[3]); Burns, A. N., Rep. Bur. Sug. exp. Stas. Qd. **29**, 1929, 40. [8]) Gough s. S. 254[5]). [9]) Isaac s. S. 295[2]).
[10]) Hilgendorff u. Trappmann s. S. 321[15]); Hilgendorff s. S. 321[15]).
[11]) Ripley, L. B., Petty, B. K. a. Hepburn, G. A., Soil insectic. f. t. Citrus snout beetle. Dep. Agr. S. Afr. Sci. Bull. **259**, 1947.
[12]) Smith a. Wadsworth s. S. 266[1]); Smith, 1925, s. S. 211[1]); Roebuck, s. S. 319[9]).
[13]) Brittain s. S. 202[4]), S. 211[1]), S. 218[12]) u. 314[15]); Smith, 1925, s. S. 211[1]); Anon. s. S. 210[10]); Langenbuch s. S. 321[4]).
[14]) Smith a. Wadsworth s. S. 266[1]); Smith s. S. 211[1]); Langenbuch, E., Bek. d. Zwiebelfl. Mitt. Biol. Reichsanst. **65**, 1942, 66.
[15]) Bennett a. Kearns s. S. 244[2]).
[16]) Fleming s. S. 194[3]); Tattersfield a. Roberts s. S. 194[4]).
[17]) Stookey, E. B., A new root maggot treatm. Jl. ec. Ent. **12**, 1919, 219—222.
[18]) Smith a. Wadsworth s. S. 266[1]); Roebuck s. S. 319[9]). Brittain s. S. 202[4]), S. 211[1]), S. 218[12]) u. S. 314[15]); dagegen Smith, 1925, s. S. 211[1]).

ε) Spezialprodukte

αα) Forbiat steht in seiner Wirkung gegen *Chortophila brassicae* zwischen Sublimat und Karbolineum (1 %, 75 ccm/Pflanze)[1]), ist aber relativ teuer. Es soll auch gegen andere Wurzelfliegen und Elateriden wirksam sein[2]).

ββ) Cystogon hat sich als Streumittel gegen *Heterodera rostochiensis* (100 bis 150 g/qm, allerdings nicht in allen Fällen günstig ausgewirkt[3]); es ist unschädlich für die Pflanze.

14. Mineralölprodukte

Zur Bodenentseuchung wurden sowohl Rohpetroleum als auch verschiedene Raffinationsprodukte, nämlich Benzin (Kp = 70–140° C) und Mittelöl (Kerosin Kp = 150–300° C) herangezogen, trotzdem diese die höheren Pflanzen stark, wenn auch oft nur vorübergehend, schädigen. Die Mittel werden rein oder im emulgierten Zustand verwendet. Infolge ihrer hohen Oberflächenspannung verteilen sie sich im reinen Zustand rasch und relativ weit im Boden; in Emulsion tritt dies nicht so deutlich in Erscheinung[4]); die Tiefenwirkung der Gießmittel ist infolge starker Filterwirkung des Bodens auf die obersten 10 cm der Krume beschränkt[5]).

a) Das ungereinigte Rohpetroleum wurde zur Vernichtung der erkrankten Pflanzen (z. T. im Gemisch mit Schwefelkohlenstoff) bei der Reblausvernichtung[6]) benutzt, da der Petrolüberzug die Besiedlung überlebender Pflanzenteile unmöglich macht. Gegen bewegliche Bodentiere ist trotz älterer, anders lautender Angaben der Erfolg zweifelhaft, da diese ausweichen können. Praktische Bedeutung kommt den meisten der unten genannten Anwendungen nicht mehr zu:

Isoptera: Termiten (Nester)[8]).

Coleoptera: *Melolontha* sp. (Gießen, auch mit Seifenemulsion, Ausstreuen eines Gemisches mit Kompost 1:40; Erfolg zweifelhaft)[8]), *Lachnosterna smithii* (7%ige Emulsion) zu teuer, auch in Verbindung mit Creolin[9]), Drahtwurm (Seifenemulsion, nicht sicher)[10]), *Leptinotarsa decemlineata*[11]).

Diptera: *Dasyneura pyri*[12]), *Rhagoletis cerasi* (Puppen, 3 l/qm)[13]).

b) Benzin (Gasolin, Petrol, Naphtha thinner) wurde, abgesehen von seiner Verwendung als Verdünnungsmittel (s. Schwefelkohlenstoff, Dibromäthan u. a. m.), auch mehrfach allein im Injektions- und Gießverfahren zur Bodenentseuchung verwendet, ohne daß in den meisten Fällen befriedigende Erfolge erzielt wurden.

[1–9]) Smith a. Wadsworth s. S. 266[1]); Smith s. S. 211[1]).

[1]) Kotte s. S. 160[10]).

[2]) Anon., Midd. teg. pl. ziekt. an. schad. dieren. Pl. Ziekt. kund. Dienst. **43**, 1948.

[3]) Goffart, H., Kart. nema. (*Het. Rostock.*) Mitt. Biol. Reichsanst. **65**, 1941, 81; ders., Ein neues Mitt. z. Bek. v. Nema. Mitt. Biol. Reichsanst. **64**, 1941, 62—67.

[4]) Thiem u. Kalandadze s. S. 258[15]). [5]) Leach s. S. 237[9]).

[6]) Moritz, J., Beob. u. Vers. betr. d. Rebl. *Phyll. vast.* u. d. Bek.Arb. kaiserl. Gesundh.amt. **8**, 1893, 554; ders. s. S. 314[5]); Thiem u. Kalandadze s. S. 258[15]).

[7]) Jepson et al., Dep. agr. Ceylon 1930, Techn. Rep. 1929; ders., A note on the destruction of nests of mound building termites. Trop. agr. **76**, 1931, 67—69.

[8]) Anon., Mittel geg. d. Engerl. Jahr.ber. Unters. u. Fortschr. Ges. geb. Zuckerfabrikation **10**, 1870 u. a. m.; Ormerod, A., Rep. of obs. of inj. ins. f. 1882. London 1883; ders. f. 1883. London 1884; vgl. Blunck s. S. 200[1]).

[9]) D'Emmerez de Charmoy s. S. 313[8]).

[10]) Comstock a. Slingerland s. S. 200[4]). [11]) Feytaud s. S. 243[9]).

[12]) Miller, D., The pear leaf curling midge. N. Z. Jl. Agr. **23**, 1921, 85—92.

[13]) Wiesmann s. S. 204[6]).

Im einzelnen liegen folgende Angaben vor:

Orthoptera: *Anurogryllus* sp. und *Gymnogryllus humeralis*[1]).

Coleoptera: *Anomala orientalis* (10—20 ccm/Pflanze Injektionen unbefriedigend, 20%)[2]), *Lachnosterna* sp. (auch mit Schwefelkohlenstoff, aber schädlich für das Zuckerrohr)[3]), *Leucopholis rorida* u. *Lepidiota stigma* (Injektion 80 ccm/Pflanze, 81%, zu teuer)[4]), *Melolontha melolontha* (Injektion 3—8 g/qm; Erfolg sehr zweifelhaft[5]), da später bis zu 36 g/qm wirkungslos befunden wurden)[6]), Drahtwürmer (auch im Fangpflanzverfahren)[7]), *Staphylinidae*[8]), *Leptinotarsa decemlineata* (4—5 l/qm im Radikalverfahren)[9]), *Otiorrhynchus sulcatus*[10]).

Hymenoptera: *Dorylus orientalis* (204—408 ccm/qm in Furchen oder Löcher zur Vorentseuchung)[11]).

Diptera: *Tipula* sp.[12]), *Psila rosae* (trotz guter Wirkung Petrolseifenbrühe wegen Geschmacksbeeinträchtigung nicht anwendbar)[13]), *Rhagoletis cerasi* (Puppen 3 l/qm, 100%, aber Kirschen schwer geschädigt)[14]), *Hylemyia cilicrura* (5% Leichtölemulsion, 25 ccm/lfdm)[15]).

c) Mittelöl (Kerosin) hat ebenfalls nur in wenigen Fällen einen eindeutigen Bodenentseuchungserfolg erzielt, da es vielfach in den wirksamen Aufwandmengen pflanzenschädlich wirkt oder überhaupt zu geringe Wirkung zeigt. Es wurde rein im Injektionsverfahren, emulgiert als Gießmittel und selten auch an feste Stoffe gebunden als Streumittel angewendet. Ferner dient es als Lösungs- oder Verdünnungsmittel für andere Bodenentseuchungsmittel (vgl. Nikotin, Creolin, Schwefelkohlenstoff, p-Dichlorbenzol, Naphthalin und Pyrethrum).

Im einzelnen liegen folgende positive Erfahrungen vor:

Isoptera: Termiten (90 g/qm Kerosin als Seifenemulsion nach Zerstörung der Nester)[16]).

Thysanoptera: *Frankliniella vaccinii* (Seifenemulsion 1:8 im Frühjahr oder Herbst 4,1 l/qm; zweimalige Anwendung im Jahr schädigt die Pflanzen schwer)[17]).

Hemiptera: *Eriosoma pyricola* (10—20%ige Emulsion)[18]), *E. lanigerum* (10%ige Emulsion ca. 15 l/Baum ungenügend und den Baum schädigend)[19]).

---

[1]) Hutson, J. C., Adm. Rep. Dir. Agr. Ceylon **1933**, 1934, D134.

[2]) Swezey s. S. 238[9]).

[3]) Cotton s. S. 238[9]); Puigy Nattino s. S. 261[4]).

[4]) Leefmans s. S. 220[10]).

[5]) Croizette-Desmoyers n. Anon., Über d. Zerstörung d. Engerl. mittels Benzin. Forstwiss. Centralbl. **11**. 1889, 388; Ritzema Bos, J., D. Vertilgung im Boden befindl. Schädl. d. Einspritzung v. Benzin o. Schwefelkohlenstoff. Zeitschr. f. Pflanzenkr. **8**, 1898, 42—46, 113—1121; ders., Versl. en Meded. Plantenziektenk. Dienst **44**, 1925, 40—41; weitere Lit. s. Eckstein, K. D., Techn. d. Forstschr. gegen Tiere, Berlin 1915.

[6]) Schäffer, D. Landw.Pr. **1897**, 220 u. a.; vgl. Eckstein s. S. 324[5]).

[7]) Ritzema Bos s. S. 324[5]); Schenk, P. J., In en op den boden levende plantenvijanden. Tijdschr. Pl. ziekt. **25**, 1919, 101—125; Melander s. S. 243[6]).

[8]) Vincent, Un paras. d. navets. C. R. Ac. agr. France **2**, 1916, 87—88.

[9]) Feytaud s. S. 243[9]) u. 160[5]); Hilgendorff u. Trappmann s. S. 321[15]); Schwartz s. S. 321[15]).

[10]) Ritzema Bos s. S. 324[5]).

[11]) Hutson, J. C., Pests of garden pl. I. The root eating ant (*Dor. or.* Westw.). Trop. Agr. **80**, 1933, 276.

[12]) Ritzema Bos s. S. 324[5]). [13]) Körting s. S. 207[8]).

[14]) Wiesmann s. S. 204[6]).

[15]) Breakey et al. s. S. 214[1]). [16]) Pomeroy s. S. 237[7]).

[17]) Lathrop s. S. 270[1]). [18]) Davidson s. S. 320[4]).

[19]) Cory, E. N., Prel. rep. on the woolly aphis. Jl. ec. Ent. **8**, 1915, 186; Leach s. S. 237[9]); Marcovitch s. S. 258[11]).

Lepidoptera: Crambidae (217 g/qm als Seifenemulsion, bei geringeren Dosen Erfolg umstritten)[1]).

Coleoptera: *Cotinis nitida* (325—490 g/qm als 8%ige Emulsion)[2]), *Popillia japonica* (650 g/qm)[3]), *Tachypterellus quadrigibbus*[4]).

Diptera: *Contarinia tritici* (9 g/qm)[5]), *Psila rosae* (Ausstreuen einer Mischung von Kerosin und Holzasche, einhacken in gewässerte Beete, 7 g/qm)[6]), *Chortophila brassicae* (2—10%ige Emulsion, jedoch nicht in allen Fällen)[7]), *Hylemyia antiqua* (Emulsion 1:20)[8]), *Rhagoletis pomonella* (Puppen, 10—50%ige Emulsion, 96 bis 100%)[9]).

Hymenoptera: Ameisen (1%ige Emulsion aus 7,5 l Kerosin, 3,7 l Wasser und 227 g Fischölseife)[10]).

OhneErfolg wurdeKerosin versucht gegen *Cotinis texana*[11]), Drahtwürmer[12]), *Otiorrhynchus sulcatus*[13]).

d) Schweres Gasöl dient der indirekten Bodenentseuchung gegen *Fusarium oxysporum* var. *cubense* an Bananen, indem die Pflanzenreste, an deren Wurzeln sich die Parasiten weiter halten können, durch Übergießen mit 0,9—1,3 l/Pflanze abgetötet werden[14]).

e) Brennöl (fuel-oil) wird gegen *Epitrix hirtipennis* empfohlen (34 g/qm gegossen 30 Tage vor Bestellung oder ca. 11 g/qm emulgiert, evtl. auch kultural)[15]).

15. Alkylphosphorsäureester

Die hochwirksamen Esterverbindungen erwiesen sich in einigen Fällen auch als wirksame insektizide Bodenentseuchungsmittel; allerdings ist die Wirkungsdauer geringer als die des Hexachlorcyclohexans und des DDT; in durchwurzelten Böden ist sie geringer als auf unbewachsenen[16]). Die Esterpräparate, Hexaäthyltetraphosphorsäureester (HETP) und oo-diäthyl-o-p-nitro-thiophosphat (E 605, Thiophos 4422, Parathion u. ä.), sind daher vor allem zu raschen, einmaligen Entseuchungen brauchbar. Sie können als Staub oder Gießemulsion angewendet werden und wirken um so besser, je inniger sie mit dem Boden vermischt sind. Die Tiefenwirkung nach Oberflächenbehandlung ist gering (6—8 cm). Die hohe Giftigkeit verlangt Vorsicht beim Umgang mit Stamm-

---

[1]) Noble s. S. 220[6]); Jewett s. S. 220[6]); dagegen North a. Thompsons. S. 220[6]); Stone a. Elmore s. S. 259[16]).

[2]) Alwood, W. B., Kerosene emuls. as a remedy f. white grubs. Insect Life **1**, 1888, 48; Davis s. S. 191[2]). [3]) Davis s. S. 191[2]).

[4]) Anon., Rep. N. Y. St. agr. exp. Sta. **55**, 1937, 48.

[5]) Mühlow o. Sjöberg s. S. 295[20]).

[6]) Ironside, F., Paraffin a. the carrot fly (*Ps. ros*). Gdnrs. Chron. **70**, 1921, 237.

[7]) Cook, A. J., Rep. Mich. Bd. Agr. **1886**; Smith, J. B., N. J. agr. exp. Sta. Bull. **75**, 1890; Slingerland s. S. 210[10]); dagegen Krasnyuk s. S. 210[10]).

[8]) Smith, J. B., Insectic. a. how to appl. them. N. J. agr. exp. Sta. Bull. **75**, 1890. [9]) Hammer s. S. 315[3]).

[10]) Howard, Weigel, Smith a. Steiner s. S. 210[10]).

[11]) Nichol s. S. 156[14]).

[12]) Comstock a. Slingerland s. S. 200[4]); McDougall s. S. 204[1]).

[13]) Smith s. S. 173[3]).

[14]) Smith, F. E. V., Panama dis. The use of chem. f. killings bananas in the treatm. of Panama dis. Trop. Agr. Trindidad **9**, 1932, 83—86.

[15]) Gilmore, G. V. a. Levin C., Fuel oil as a larvacide f. the tob. flea beetles. Jl. ec. Ent. **38**, 1945, 397—398.

[16]) Scharmer, J., Arb. üb. Bodenschädl. u. Bodenkrankh. Bad. Obst u. Gartenb. **3**, 1950.

lösungen. Die phytozide Wirkung ist gering, trotzdem die Wirkstoffe in die Pflanzen eindringen. Im einzelnen liegen folgende Erfahrungen vor:

Die nematozide Wirkung ist unsicher: *Heterodera marioni* (264 g/cbm 15% Parathionstaub in den Boden gemischt bzw. 20 l/qm 0,05% E 605f wirksam[1]), in Feldversuchen dagegen sehr unbefriedigend)[2]), *H. rostochiensis* (Parathionstaub[3]); Spritzen der Pflanzen mit Systox, E 605f. vermindert nicht die Zystenzahl, obwohl das Mittel die Zysten bei direktem Kontakt abtötet)[4]).

Myriapoda: *Cylindrojulus teutonicus* und *Blaniulus guttulatus* (0,5 l/Salatpflanze 0,008—0,015% E 605 forte)[5]), *Scutigerella immaculata* (0,45—0,96 g/qm 25% Parathionpuder mit Scheibenegge eingebracht, auch gegen andere Myriapoden wirksam)[6]).

Insecta: Hemiptera: *Eriosoma lanigerum* (unzureichend)[7]), *Dactylosphaera vastatrix* (unzureichend)[8]).

Coleoptera: *Popillia japonica* (0,45—0,90 g/qm Parathionstaub, innerhalb der ersten 5 Wochen besser als Chlordan und Hexachlorcyclohexan)[9]), *Melolontha* spp. (15 g/qm E 605 Staub oder 0,02% E 605, falls Gießmittel, am besten an die Pflanzen)[10]), *Elateridae* (0,02% E 605f, jedoch nur bei kurzlebigen Kulturen ausreichender Schutz, auch 15 g/qm E 605 Staub)[11]), *Diabrotica undecimpunctata* (0,11—0,22 g/qm Parathionstaub)[12]), *Conotrachelus nenuphar* (Parathionemulsion)[13]).

Diptera: *Tipula* spp. (3 g/qm E 605 Staub und 0,3% Folidol nur gegen Junglarven wirksam)[14]), *Chortophila brassicae* (Vermischen der Topferde mit 10 kg/cbm E 605 Staub oder 25 l/cbm 0,1% E 605f. oder dreimaliges Angießen der Pflanzen mit 0,1% Folidol 75 ccm/Pflanze gute Wirkung; einmaliges Angießen mit 0,01% E 605f unbefriedigend)[15]), *Rhagoletis cerasi* (0,025% E 605f Puppen)[16]).

16. Verschiedene Mittel von geringerer Bedeutung

a) Anorganische Verbindungen

α) Natriumselenat (10 l/Pfl. 025—0,1% oder als Streumittel) hilft gegen *Pratylenchus* spp. an *Buxus sempervirens*[17]).

β) Natriumnitrit erwies sich gegenüber *Fusarium oxysporum cubense* als etwa ein Drittel so wirksam wie Formaldehyd; es besitzt aber einen wesentlich höheren

---

[1]) Dimock a. Lear s. S. 288[10]); Scharmer s. S. 326[16]).
[2]) Ellis a. Clayton s. S. 301[7]). [3]) Dimock a. Lear s. S. 288[10]).
[4]) Sasser, J. N., Feldmesser, J. a. Fassuliotis, G., Contr. of gold. nema of pot. w. an org. phosph. insectic. Phytopath. **41**, 1951, 31.
[5]) Dosse, G., Stark. Schadauftr. v. *Cyl. teut.* Pocovk an Wintersalat u. *Blan. gutt.* Gerv. an Kohl. Anz. Schädl.bek. **22**, 1949, 153—155.
[6]) Thomas s. S. 169[1]).
[7]) Müller s. S. 308[2]).
[8]) Stellwaag s. S. 308[2]); Jancke s. S. 308[3]); Müller s. S. 308[2]); Scharmer s. S. 326[16]). [9]) Schread s. S. 302[4]).
[10]) Thiem s. S. 302[2]); Scharmer s. S. 326[16]).
[11]) Scharmer s. S. 326[16]); Lange, Carlson u. Leach s. S. 191[7]); Maercks s. S. 309[1]). [12]) Kulash s. S. 303[1]).
[13]) Snapp, O. J., New insectic. f. plum. curc. contr. Sec. Rep. Jl. ec. Ent. **42**, 1949, 7—11.
[14]) Maercks, H., Bek. d. Wiesenschn. N. Mitt. f. d. Landw. **5**, 1950, 160.
[15]) Dills a. Odland s. S. 210[10]); Stolze, K. V., Vereinf. Kohlfl.bek. N. Mitt. f. d. Landw. **5**, 1950, 191—192; Scharmer s. S. 326[16]).
[16]) Thiem, H., u. Lüdicke, M., Weit. Unters. üb. d. Eindr. verm. d. Insektiz. E 605. Anz. Schädl.k. **22**, 1949, 58—62.
[17]) Tarjan, A. C., Invest. of meadow nema. att. boxwood a. t. therap. val. of sod. selen. as a contr. Phytopath. **40**, 1950, 1111—1124.

chemotherapeutischen Index und dürfte auch düngend wirken[1]). Bisher wurde es gegen eine Fusariose des Spinats[2]), *Tuburcinia cepulae*[3]), *Thielaviopsis basicola* und *Heterodera marioni*[4]) mit Erfolg angewandt. Es dient auch zur gleichzeitigen Bekämpfung von Unkräutern, Pilzen und Nematoden in Tabakanzuchtbeeten (554 g/qm)[5]), sowie gemischt mit Calciumcyanamid zur Bekämpfung von Unkraut und Nematoden[6]).

γ) Natriumazid hat nematozide und fungizide Eigenschaften (137,2 g/qm)[7]); gemischt mit der vierfachen Menge Calciumcyanamid wird es im Herbst zur Bekämpfung von Nematoden und Unkräutern in Tabaksaatbeeten verwendet[8]).

δ) Kalziumkarbid kann durch Azetylenentwicklung in feuchten Medien insektizid wirken; nur in wenigen Fällen wurde allerdings ein beachtenswerter Bekämpfungserfolg erzielt. Beispiele seien: *Dactylosphaera vastatrix* (1000 g/qm eingraben)[9]), *Capnodis* sp.[10]), *Eriosoma lanigerum* (3—4 l einer Aufschwemmung in ein Loch neben die Bäume gegossen)[11]), *Myriapoda* (*Oniscus* sp., *Julus* sp. und *Maragrodes* sp. ; 70 g/Baum 50 cm tief in 50 cm Entfernung)[12]), *Scutigerella immaculata* (40 g/qm unsicher)[13]), *Gryllotalpa gryllotalpa*[14]). Gegen Nematoden und Coleopteren wirkt es nicht[15]).

b) Organische Verbindungen

α) Triphenylmethanfarbstoffe können als fungizide Bodenentseuchungsmittel angewendet werden, so Malachitgrün [Zinkchloriddoppelsalz des Tetramethyldiaminotriphenylmethylchlorids; gegen manche Pilze 5—10mal so giftig wie Sublimat[16]); gegen Rasenbraunflecken (brown patch, *Corticium fusiforme* und *Calonectria graminicola*; 1:10000 bis 1:15000 gegossen)[17]), *Didymella lycopersici* (0,065%, 5,5 l/qm vor dem Pflanzen oder 568 ccm/Pflanze)[18]) und *Sclerotinia sclerotiorum*[19])] und Pyoctannin [Polymethylrosanilin; (1% 7–10 l/qm) gegen *Acro-*

---

[1]) Meredith s. S. 206[11]).
[2]) Cannon s. S. 282[2]).
[3]) Osmun, A. V., Mass. agr. exp. Sta. Bull. **417**, 1944, 18—24.
[4]) Clayton, Gaines, Graham a. Todd s. S. 273[12]).
[5]) Steinberg, R. A. a. Clayton, E. E., Chem. soil treatm. f. black root rot of tob. in t. greenh. Phytopath. **39**, 1949, 155—157.
[6]) Todd, Lucas a. Moore s. S. 245[19]).
[7]) Clayton, Gaines, Graham a. Todd s. S. 273[12]).
[8]) Todd, Lucas a. Moore s. S. 245[19]).
[9]) Schribaux et Chuard, Jl. Agr. prat. **1**, 1896, 795; Anon. (Denkschr. 1899) s. S. 252[2]); Hollrung, M., Nochmals: Azetylengas z. Bek. v. Schädl.? Deutsch. Landw. Presse **1900**, 1041; Zschokke, A., Azetyleng. z. Bek. v. Schädl. Jahr.ber. Obst- u. Weinb.schule Neustadt/H. **1900**, 39.
[10]) Girardi s. S. 314[6]).
[11]) Lemmé, M. E., Dégâtes caus d. l. jard. d. l. reg. d'Alencon pl. princip. enn. d. pl. potagères et d. arb. frut. Jl. Soc. nat. Hort. Fr. **19**, 1918, 74.
[12]) Anon., Fungic. e insectic. mas usados para combatir l. enferm. d. l. pl. Rev. Agr. **2**, 1916, 341—348.
[13]) Brunetau s. S. 257[5]).
[14]) Feytaud, J., La courtillière (*Gryll. vulg.*). Bull. Soc. Etud. Vulg. Zool. Agr. **16**, 1917, 49—56; Weiß, H. B. a. Dickerson, E. E., The europ. mole cricket (*Gryll. gryll.*) an introd. ins. pests. Jl. N. Y. Ent. Soc. **26**, 1918, 18—23; Rolet, A., La destr. d. court. Vie agr. rur. **18**, 1912, 205—206.
[15]) Vgl. Gough s. S. 177[2]) u. a.
[16]) Bennett s. S. 206[4]).
[17]) Read s. S. 216[20]). [18]) Jones s. S. 205[7]).
[19]) Hoyman, W. G. nach Frear, D. E. H., A. catal. of insectic. a. fungic. **2**, Waltham 1948.

stalagmus sp., *Pythium* sp., *Sclerotinia* sp., *Fusarium* spp., *Moniliopsis aderholdi* und *Rhizoctonia solani*[1])].

β) Diphenylamin wirkt, mit dem Boden vermischt, gegen Termiten (1:10000)[2]) und *Popillia japonica* (0,16%)[3]) und als Streumittel (5%) gegen *Chortophila brassicae*[4]); es schädigt aber die Pflanzen.

γ) Pyridin und verschiedene Pyridinderivate wirken einigermaßen günstig gegen *Rhizoecus terrestris* (1%)[5]), *Chortophila brassicae*[6]) und *Rhagoletis cerasi* (Puppen, 5—10 l/qm)[7]), haben aber wegen geringer insektizider Wirkung keine praktische Bedeutung.

δ) o-Oxychinolin (und seine Salze, Chinosol) ist ein sehr wirksames, die Pflanzen schonendes Gießmittel (0,5—2,0%) gegen Pilze, wie Wurzelbranderreger, *Sclerotinia minor* u. a.; wegen des hohen Preises kommt es nur in Spezialfällen zur Anwendung[8]).

ε) Insektizide Naturstoffe pflanzlichen Ursprungs spielen für die Bodenentseuchung nur geringe Rolle: *αα*) Nikotin hat wegen geringer Tiefenwirkung höchstens in der Bekämpfung von Tausendfüßlern in Frühbeeten (s. u.) praktische Bedeutung. Folgende Angaben seien erwähnt:

Myriapoda: *Orthomorpha gracilis* und andere Tausendfüßler (gießen mit 1:200 bis 1:2000 Verdünnungen von 40% Nikotin bzw. Nikotinsulfat; die nicht getöteten Tiere kommen an die Oberfläche und können durch Nachbehandlung mit Nikotin vernichtet werden; auch 2% Staub (34 g/qm) verwendbar, wenn eine Woche vor der Saat gegeben und kräftig eingewässert)[9]), *Scutigerella immaculata* (Nikotin unwirksam)[10]).

Hemiptera: *Pseudococcus* sp. (1/600 40% Sulfat)[11]), *Rhizoecus terrestris* (1% gießen oder 0,04—0,15% injizieren)[12]).

Diptera: *Limnobia ultima* (1/265 Sulfat)[13]).

Auf die unzureichend oder negativ ausgefallenen Versuche mit Nikotin und auch mit Tabakextrakt und Tabakstaub braucht nicht eingegangen zu werden[14]).

ββ) Derris wurde mehrmals versuchsweise verwendet; Erfolge wurden erzielt gegen *Crambus bonifatellus* u. *C. sperryellus* (Extrakt 1:400, 11 ccm/qm, in einem anderen

---

[1]) Schoevers, Versl. Meded. Pl. Ziekt. k. Dienst **26**, 1929 u. **31**, 63, 1931; Plemper v. Balen, B. A., Het omvallen van stekken. Tijdschr. Pl. Ziekt. **6**, 1900, 13.

[2]) Smith, M. W., Diphen. promis. as soil pois. ag. subt.termites. Jl. ec. Ent. **32**, 1939, 597.

[3]) Fleming s. S. 247[8]).

[4]) Carlson, Breakey, Webster s. S. 213[5]).

[5]) Brittain s. S. 211[1]) u. 202[4]); Dills, Frear a. King s. S. 213[7]); Dills a. Odland s. S. 210[10]).

[6]) Saunders s. S. 265[6]).

[7]) Wiesmann s. S. 202[5]) u. 204[6]); Thiem, H., Über den Stand d. Bek. d. Kirschfruchtfl. (*Rhag. cer.*). Verh. 17. Int. Kongr. Ent. **1939**, 2457.

[8]) Noll u. Schander s. S. 172[4]); Ark a. Middleton s. S. 205[8]); Kotte s. S. 160[10]) u. a.

[9]) Cory, E. N. a. O'Neil, F. H., The hothouse millipede. Maryld. agr. exp. St. Bull. **206**, 1917; Orchard s. S. 316[7]).

[10]) Thomas, C. A., Contr. of millip. Penns. agr. exp. Sta. Bull. **230**, 1928, 40; Dustan s. S. 210[6]).

[11]) Gardner s. S. 258[8]).

[12]) Saunders s. S. 265[6]).

[13]) Gilmore, J. U. a. Milam, J., A new pest in tobacco beds, *Limn. ult.* O. S. Jl. ec. Ent. **27**, 1934, 290.

[14]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).

Fall versagte es)[1]), *Psila rosae* (1,7 g/qm u. ä.)[2]), *Chortophila brassicae* (nur Junglarven)[3]) und *Hylemyia antiqua*[4]), gegen Coleopteren versagte es[5]).

$\gamma\gamma$) Pyrethrum (1:400–1:640, 7–11 ccm Extrakt/qm) zeigt eine nicht immer reproduzierbare Wirkung gegen *Crambus* spp., teils nur an die Oberfläche treibend, teils tötend (bis 100%)[6]), versagte aber gegen andere Schädlinge[7]).

ζ) Ascaridol dürfte für die hohe Toxizität des Wurmsamenöles (ges. Lösung) für *Popillia japonica* verantwortlich sein[8]).

η) Auf zahlreiche andere Stoffe, die versuchsweise zur Bodenentseuchung herangezogen wurden, aber keinen wesentlichen Erfolg versprechen, sei nicht eingegangen[9]).

E. Die praktische Bedeutung der Bodenentseuchung

Die praktische Einsatzmöglichkeit der Bodendesinfektion hängt von den zu verhütenden Schäden, der Durchführbarkeit der Maßnahmen und ihrer Wirtschaftlichkeit ab. Es ist daher abschließend eine Übersicht über die Anwendungsbereiche der Mittel, die Wahl der Verfahren und der Kosten zu geben, dies um so mehr, als die Fülle der hier zusammengetragenen Ergebnisse dringend einer Sichtung bedarf. Der Erfolg der Bodenentseuchung hängt, neben der Wahl des Mittels, so sehr von den Boden- und Witterungsbedingungen, vom Entwicklungszustand und dem Vorleben der Schädlinge, wie auch von ihrem wechselnden Aufenthalt in verschiedenen Bodenschichten ab, daß nur in wenigen Fällen zwingende Schlüsse aus einzelnen und mehr oder minder zufälligen Ergebnissen gezogen werden können. Kritische, vergleichende Untersuchungen unter natürlichen Verhältnissen liegen bisher in viel zu geringer Zahl vor.

1. Anwendungsbereiche der Mittel

Den ersten Anstoß erhielt die Entwicklung von Bodenentseuchungsverfahren durch die Notwendigkeit, katastrophales Auftreten bestimmter Schädlinge oder deren rasche Ausbreitung zu unterbinden. Die fruchtbarkeitssteigernde Wirkung der ersten chemischen Mittel und vor allem der Bodendämpfung zeigte ihre Bedeutung für Ausschaltung von Bodenmüdigkeitserscheinungen und schleichenden, unbeachteten Kleinstschäden, so daß Bodenentseuchung zum Teil als Kulturmaßnahme im Gartenbau eingeführt und unentbehrlich wurde. Während für derartige Anwendungen Verfahren mit breiter Allgemeinwirkung gegen Schädlinge aller Art nötig sind und in gewissen Grenzen ohne Rücksicht auf die Kosten verwendet werden können, erwuchs aus der Gefährdung intensiver Feldkulturen durch die Anreicherung einzelner Schädlinge das Bedürfnis nach billigen Mitteln gegen diese.

---

[1]) Bohart s. S. 220[6]); dagegen North a. Thompson s. S. 220[6]).
[2]) Gorham s. S. 210[8]); Smith a. Wadsworth s. S. 266[1]).
[3]) Brittain 1921 s. S. 211[1]).
[4]) Smith a. Wadsworth s. S. 266[1]). [5]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).
[6]) Noble s. S. 220[6]); North a. Thompson s. S. 220[6]); Jewett s. S. 220[6]).
[7]) Vgl. Gough s. S. 177[2]).
[8]) Leach a. Johnson s. S. 253[8]); Fleming s. S. 247[8]).
[9]) Gough s. S. 177[2]).

In der Übersicht ist die Wirkungsbreite derjenigen Verfahren schematisch verzeichnet, denen heute allgemeinere praktische Bedeutung zukommt. In Einzelfällen kann aus verschiedenen Gründen auf andere, im speziellen Teil angeführte Mittel zurückgegriffen werden.

Mittel	Wirkung				Seite
	fungizid	nematozid	insektizid	herbizid	
Biologische Bekämpfung	einzelne hochspezifische Verfahren				149—153
Bodendämpfung (und andere Wärmeverfahren)	+	+	+	+	164—176
Kupfermittel	+	0	0	(+)	204—206
Quecksilbermittel	+	0	selektiv	0	206—217
Arsenmittel	0	0	pp +	+++	217—222
Chlorat	0	0	0	+++	226
Formalin	+	0	0	(+)	229—234
Cyanide u. Cyanamid	0	0	+	(+)	235—247
Schwefelkohlenstoff	0	+	+	(+)	249—264
Chlorpikrin	+	+	+	+	277—284
Dibromäthan	0	+	+	0	286—289
DD-Gemisch	(+)	+	+	(+)	271—275
Hexachlorcyclohexan	0	0	0	—	304—310
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure	0	0	0	selektiv	297—298

Breite Allgemeinwirkung kommt außer der Bodendämpfung nur dem Chlorpikrin zu. Der Anwendungsbereich beider ist aus technischen Gründen auf kleine Flächen beschränkt und ließe sich auch nach Schaffung entsprechender technischer Einrichtungen nicht für große Flächen wirtschaftlich gestalten. Ferner ist ihre kulturale Anwendung praktisch ausgeschlossen.

Für letztere stehen nur gruppenspezifische Mittel zur Verfügung, die sich zur Ausschaltung besonders bedrohlicher Schäden im Radikal- und Kulturalverfahren vielfach bewährten und deren Anwendung im großen auf Grund der apparativen Entwicklung der letzten Jahrzehnte keine technischen Schwierigkeiten entgegenstehen. Die gruppenspezifischen Mittel schaffen aber im Gegensatz zu den allgemein wirkenden keine bereinigte Ausgangslage für den Neuaufbau der Bodenbiozönose, sondern steuern deren Entwicklung einseitig; daher sind eingehende Untersuchungen über ihren Einfluß auf die Lebensbedingungen der Schädlinge und ihrer natürlichen Feinde nötig. Denn es besteht auch die Möglichkeit, durch Ausschaltung bestimmter Organismengruppen manchen Schädlingen besonders günstige Bedingungen zu schaffen, wie schon die „Infektionsüberempfindlichkeit" gedämpfter Böden zeigt.

Der Anwendungsbereich einzelner Mittel ist auch dadurch beschränkt, daß ihre Wirkung an bestimmte Temperaturen gebunden ist, oder daß sie in gewissen Fällen die Bestellung verzögern, während die optimale Wirkung anderer auf bestimmte Bodenschichten beschränkt bleibt.

Unter den Fungiziden und Insektiziden finden sich Mittel mit noch weiter differenziertem Wirkungsbereich (vgl. Kupfer, Quecksilber). Unter den Insekti-

ziden ist vor allem der Unterschied zwischen Vergasungs- und Kontaktmitteln wichtig: erstere haben im allgemeinen den breiteren Wirkungsbereich, aber geringere Dauerwirkung, letztere wirken vor allem gegen Schädlinge, die direkt getroffen werden (z. B. Kohlfliege), und gegen bewegliche Bodenbewohner und zeichnen sich durch längere Wirkungsdauer aus.

Es liegen manche Ansätze dazu vor, durch Kombination verschiedener chemischer Mittel die Anwendungsbereiche zu vergrößern und auch die Wirkung zu steigern; bei gleichgerichteter Wirkung können sich verschiedene Mittel in ihrer Wirkungstiefe im Boden ergänzen. Vielleicht kann aber auch eine Wirkungssteigerung durch bestimmte Kombinationen erzielt werden, die eine Verminderung der Dosierungen und damit höhere Wirtschaftlichkeit oder geringere Gefahren bei kulturaler Anwendung mit sich bringen.

In dieser Richtung erscheint die chemische Bodenentseuchung noch sehr entwicklungsfähig. Auf die Möglichkeit, Mittel mit verschiedenem Anwendungsbereich, wie Fungizide und Insektizide, zu kombinieren, sei auch hier hingewiesen.

Solange diese Möglichkeiten nicht gegeben und die Anwendung breitwirkender Verfahren aus irgendwelchen Gründen unmöglich ist, kann der abwechselnde Einsatz verschiedener sich ergänzender Mittel im Betrieb eine maximale Entseuchungswirkung erzielen.

2. Kosten der Bodenentseuchung

Die Aufwendungen für Mittel und Arbeitslohn, sowie für technische Einrichtungen zur Bodenentseuchung sind hoch. Solange diese Verfahren zum einmaligen (oder selteneren) Schutz höchstwertiger Kulturen gegen ertragsvernichtende Schädigungen dienen, können diese in Kauf genommen werden. Sie bilden aber ein wesentliches Hindernis für die Anwendung dieser Verfahren zur Vermeidung mäßiger Verseuchungen bei gärtnerischen und gar bei land- und forstwirtschaftlichen Massenkulturen und als regelmäßige Kulturmaßnahmen.

Infolge der derzeitigen, unklaren Geld- und Preisverhältnisse muß auf die Mitteilung allgemein gültiger Richtzahlen verzichtet werden. Die in den folgenden Übersichten genannten Kosten sind daher nur als Beispiele, vor allem aber als Grundlage zum Vergleich der verschiedenen Mittel zu werten.

Die Einführung der Bodendämpfung bringt gegenüber dem für die Gesundhaltung gärtnerischer Kulturen unter Glas unbedingt nötigen Erdaustausch eine erhebliche Verbilligung, insbesondere wenn man bedenkt, daß sich die Dämpfung über mehrere (bis zu 5) Jahre auswirken kann. In intensiven wirtschaftlichen Betrieben ist sie heute eine regelmäßige Anbaumaßnahme (vor allem in USA, England, Holland), die dadurch erleichtert wird, daß bei Neuanlagen entsprechende Einrichtungen vorgesehen werden[1]). Kleinere Betriebe sparen durch genossenschaftliche Dämpfung die unwirtschaftlichen Amortisationskosten nicht voll ausgenutzter Anlagen[2]).

---

[1]) Newhall, Chupp a. Guterman s. S. 147[1]); Muyzenberg s. S. 164[3]); Kotte s. S. 160[10]).

[2]) Noll s. S. 165[4]); Muyzenberg s. S. 164[3]) u. a. m.

Bekämpfungskosten.

Mittel	Dosis	Kosten je ar
Nach deutschen gartenbaulichen Erfahrungen[1])		
Dämpfung[2])[3])	Dämpfroste	60—87,00 RM
Formalin	0,25%	40,00 RM
	2 %	77,00 RM
Uspulun	0,25%	21,00 RM
	0,5 %	37,00 RM
	40 g/qm	29,00 RM
Brassicol	50 g/qm	13,00 RM
CS_2-Sapikat	500 ccm/qm	46,00 RM
Deutsche forstliche Erfahrungen[4])		
CS_2	40 ccm/qm	2,86 RM
Chlorpikrin	2 g/qm	6,40 RM
P-Dichlorbenzol	60 g/qm	10,00 RM
Senföl	2 ccm/qm	2,25 RM
Nach derzeitigen deutschen Preisen[5])		
Schwefelkohlenstoff	300—500 g/qm	24—40,00 DM
	100 g/qm	8,00 DM
Hexamittel (Streu)	10—20 g/qm	0,91—1,82 DM
Emulsion (unger.)		0,56—1,12 DM
(ger.)		1,40—2,80 DM
Saatgutbehandlung (Getreide)	5 g/1 kg	0,045—0,11 DM
Nach amerikanischen gartenbaulichen Erfahrungen[6])		
Dämpfung[2])	—	7,00—21,60 Dollar
Schwefelkohlenstoff	105 g/qm	2,08 Dollar
Chlorpikrin	45,8 g/qm	9,05 Dollar
Dichlorpropan-Dichlorpropylen	65,5 g/qm	2,42 Dollar
Dibromäthan	29,7 g/qm	1,83 Dollar
Dichloräthan	174 g/qm	3,45 Dollar
Methylbromid	14,4 g/qm	2,32 Dollar
Iscobrom (15% Methylbromid)	55 g/qm	4,77 Dollar
Nach amerikanischen Felderfahrungen[7])		
Dibromäthan	20 vol.%, 9,4 l/qm	0,47 Dollar
DD-Mischung	37,4 g/qm	1,63 Dollar
DDT	50% Netzpulver, 2,24 bis 4,5 g/qm	0,18—0,37 Dollar
Hexamittel (Streumittel)	25%, 0,22 g/qm	0,18 Dollar
Hexamittel (Saatgutbehandlung, Limabohnen)	25%, 0,028 g/qm	0,01 Dollar

[1]) Wasewitz s. S. 215[13]); Gesamtkosten!

[2]) Dämpfen in Dämpffässern kostete gleichzeitig 3,43 RM/cbm.

[3]) Wenn der Erfolg der Bodendämpfung mehrere Jahre anhält, sind die Kosten mit einem entsprechenden Bruchteil anzusetzen.

[4]) Thalenhorst s. S. 194[4]). Mittelkosten! [5]) Mittelkosten!

[6]) Newhall s. S. 272[1]). Mittelkosten. Für die Ausbringung sind 0,80–1,10 Dollar zuzurechnen! [7]) Lange, Carlson a. Leach s. S. 302[13]). Mittelkosten!

Chemische Bodenentseuchung stellt sich heute, insbesondere wenn eine radikale Vernichtung aller Bodenschädlinge nicht nötig ist, im allgemeinen billiger als die Bodendämpfung[1]) und benötigt weniger Arbeitsaufwand; wird eine sichere und breite Desinfektionswirkung angestrebt, ist die Dämpfung vorzuziehen, für die auch biologische Gründe sprechen[2]) (s. S. 177). Die rasche Bereinigung von Schäden auf kleineren Flächen oder in geringen Erdmengen, die Ausschaltung bestimmter Schädlinge und die wertvolle kulturale Behandlung, vor allem von Dauerkulturen (Stammbohrerbekämpfung bei Obstbäumen u. ä.), sind unbestrittenes Feld der chemischen Bodenentseuchung, deren Kosten durch die neuesten Verfahren erheblich vermindert werden konnten.

Solange die Behandlungskosten so hoch waren, daß sie nur bei höchstwertigen Kulturen tragbar erschienen, war eine Behandlung größerer Freilandflächen ausgeschlossen, trotzdem auch auf diesen erhebliche Mehrerträge erzielt wurden; die durch Kalkstickstoff u. ä. praktisch erzielbaren Teilerfolge mußten genügen. Wie die Entwicklung in Amerika zeigt, ermöglichen die leistungsfähigen, motorgezogenen Entseuchungsgeräte nun auch die wirtschaftliche Entseuchung von Gemüsegroßflächen u. ä. Ihr Ziel ist jedoch nicht mehr die vollständige Entseuchung, sondern nur eine möglichst weitgehende Verminderung der Schädlinge (Nematoden, Drahtwürmer u. ä.), da zu ihrer restlosen Vernichtung zu hohe Mittelkosten nötig wären; man zieht die Wiederholung der Behandlung vor, da die Arbeitskosten weniger ins Gewicht fallen[3]).

Auch für landwirtschaftlich genutzte Flächen wird die Bodenentseuchung gegen einzelne Massenschädlinge durchaus tragbar, wenn auf Flächenentseuchung verzichtet und zur Pflanzreihen- oder Saatgutbehandlung übergegangen wird; für diese sind derart geringe Aufwendungen nötig, daß sie sich, wie die Beizung, als regelmäßig wiederkehrende Maßnahme lohnen kann. Die Erfahrung wird lehren, inwieweit der Einbau der neueren Bodenentseuchungsverfahren in die regelmäßige Arbeitsfolge sich auf die Bodenfruchtbarkeit auswirken wird und in welchem Maße und inwieweit er biologisch richtig und betriebswirtschaftlich ebenso vertretbar wie in gärtnerischen Betrieben ist. In diesem Sinne steht das Problem der chemischen Bodenentseuchung heute erst „am Beginne der Entwicklungen“[4]).

---

[1]) Newhall a. Lear s. S. 147[1]).
[2]) Kotte s. S. 160[10]); Muyzenberg s. S. 164[3]) u. a. m.
[3]) Newhall, A. G., Comp. of some volat. soil fumig. Agric. chem. **2**, 1947, 31—63 u. a. m.
[4]) Gäumann, E., Pflanzliche Infektionslehre. Basel 1944.

Beizung und Entseuchung von Saat- und Pflanzgut

Von Prof. Dr. G. Gassner, Präsident der Biologischen Bundesanstalt, Braunschweig

Begriffsbestimmung und Abgrenzung

Die Verwendung eines von pilzlichen und tierischen Krankheitserregern freien Saatgutes ist eine der ersten Voraussetzungen für die Erzielung gesunder Ernten. Wenn auch die Verwendung immuner Pflanzensorten in bestimmten Fällen ein wichtiges Hilfsmittel darstellen kann, so wird man doch in den meisten Fällen nicht um eine geeignete Saatgutbehandlung herumkommen. Die Zahl der durch das Saatgut verbreiteten Krankheitserreger und Schädlinge ist zu groß, auch zerfallen vor allem die pilzlichen Parasiten oft in eine Vielzahl von biologischen Rassen, als daß es möglich wäre, ihrer immer durch Resistenzzüchtung Herr zu werden. In allen Fällen, in denen es möglich ist, dem Saatgut anhaftende Schädlinge durch eine Vorbehandlung des Saatgutes unschädlich zu machen, wird man daher nach wie vor diesen Weg gehen müssen, zumal die Gewinnung des Pflanz- oder Saatgutes aus einwandfreien, von Krankheitserregern freien Beständen ebenfalls keinen ausreichend sicheren Erfolg verspricht.

Die Bezeichnung „Beizung" wird im folgenden in Übereinstimmung mit Trappmann[1]) ausschließlich für die Beseitigung pilzlicher und bakterieller Krankheitskeime an Saat- und Pflanzgut gebraucht werden, umfaßt also nicht die Bekämpfung tierischer Organismen, die als Saatgut- und Pflanzgutbehandlung oder Entseuchung abgetrennt und gesondert behandelt werden soll. In anderen Ländern wird diese Unterscheidung nicht gemacht, indem z. B. in der amerikanischen Literatur die Ausdrücke „Seed Treatment" und „Seed Disinfection" in gleicher Weise für die Bekämpfung parasitischer Pilze und für die Unschädlichmachung tierischer Schädlinge gebraucht werden. Auch im Spanischen spricht man einheitlich von „Tratamiento de semillas", wo wir zwischen Beizung und Entseuchung zu unterscheiden pflegen. Die Behandlung des Weizens gegen *Tylenchus* oder von Leguminosen gegen *Bruchus* werden also an dieser Stelle nicht als Beizung bezeichnet, während die Behandlung von Knollen und Zwiebeln, aber auch von Stecklingen als Beizung bezeichnet wird, soweit es sich um die Bekämpfung pilzlicher Parasiten handelt. Begriff und Abgrenzung von Beizung und Entseuchung sind also im folgenden anders gefaßt als bei Riehm[2]), der jede Behandlung von Saat- und Pflanzgut

[1]) Trappmann, W., Schädlingsbekämpfung, Leipzig 1927, S. 301.

[2]) Riehm, Saat- und Pflanzgutentseuchung, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 1939, **6**, 1. Teil, S. 210.

(Samen, Knollen, Zwiebeln) als Beizung, dagegen die Behandlung von Stecklingen als Entseuchung bezeichnet hatte.

Entsprechend der vorstehend gegebenen Definition gliedern sich die folgenden Ausführungen in die beiden Hauptabschnitte Beizung und Entseuchung.

A. Beizung

1. Grundlagen und Grundsätzliches

Beizung und Sterilisation stellen verschiedene Verfahren dar. Bei der Sterilisation von Saatgut handelt es sich um die restlose Abtötung aller dem Saatgut anhaftenden Mikroorganismen, bei der Beizung dagegen nur um die Unschädlichmachung ganz bestimmter Krankheitserreger. Die Sterilisation kann für Laboratoriumsuntersuchungen sehr wichtig und unentbehrlich sein; für die Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten genügt im weitesten Umfang eine geeignete Beizung. Sterilisationsmittel sind deshalb anderer Art als Beizmittel [Pringsheim[1]) u. a.]; bei ihrer Wahl und Anwendung brauchen wirtschaftliche und landwirtschaftlich-praktische Momente nicht berücksichtigt zu werden.

In einem wichtigen Punkt müssen allerdings Sterilisations- und Beizmittel übereinstimmen: sie sollen mit einer guten Wirkung auf die zu beseitigenden Mikroorganismen eine möglichst große Unschädlichkeit für das Saatgut vereinigen. Durch diese Forderung wird die Zahl der für Beizzwecke in Frage kommenden fungiziden Stoffe außerordentlich stark eingeschränkt, da die meisten dieser Stoffe sich in den in Frage kommenden Konzentrationen und Aufwandmengen für das Saatgut stark schädlich erwiesen. Bei der Ausarbeitung und Bewertung von Beizmitteln müssen deshalb die Schädigungswirkung auf die Körner und die abtötende bzw. entwicklungshemmende Wirkung auf den Pilz in geeigneter Weise zahlenmäßig erfaßt und gegenübergestellt werden. Für die medizinische Chemotherapie hatte Ehrlich[2]) die Begriffe des Giftwertes oder *Dosis toxica* (= t) und der heilenden Aufwandmenge oder *Dosis curativa* (= c) aufgestellt. Das Verhältnis c/t oder der chemotherapeutische Index gibt dann den Maßstab für die Brauchbarkeit eines Mittels ab. Der chemotherapeutische Index muß kleiner als 1 sein. Annähernd gleichzeitig und unabhängig voneinander haben dann Binz und Bausch[3]) und Gassner[4]) diese Begriffe in die Chemotherapie der Beizmittel eingeführt und damit die Grundlagen für eine planmäßige Ausarbeitung von Beiz- und anderen Pflanzenschutzmitteln geschaffen [vgl. Gassner und Esdorn[5])].

---

[1]) Pringsheim, E. G., Die Befreiung des Saatgutes von anhaftenden Mikroorganismen. Deutsche Forschung, **1929**, Heft 8.

[2]) Ehrlich, P., Die experimentelle Chemotherapie der Spirillosen. Berlin 1910.

[3]) Binz u. Bausch, Versuch einer Chemotherapie des Gerstenbrandes. Ztschr. angew. Chemie, **35**, 1922, S. 211.

[4]) Gassner, G., Biologische Grundlagen der Prüfung von Beizmitteln zur Steinbrandbekämpfung. Arb. Biolog. Reichsanstalt **11**, 1923, S. 339.

[5]) Gassner u. Esdorn, Beiträge zur chemotherapeutischen Bewertung von Quecksilberverbindungen usw., ebenda, S. 373.

Die Bestimmung von Dosis curativa und Dosis toxica muß unter Versuchsbedingungen erfolgen, die in allen Einzelheiten den praktischen Verhältnissen angepaßt sind; nicht nur die Durchführung der Beizung muß unter Bedingungen der Praxis erfolgen, vielmehr muß vor allem auch die Prüfung der Beizwirkung den praktischen Verhältnissen voll und ganz angepaßt sein [Gassner[1])]. Bei der Beurteilung von Beizmitteln zur Bekämpfung des Weizensteinbrandes genügen zur Feststellung der Dosis toxica keine einfachen Keimversuche auf Filtrierpapier, sondern es müssen Triebkraftversuche gefordert werden. Um zu richtigen Werten der Dosis curativa zu kommen, muß die Beizwirkung auf die Steinbrandsporen nicht durch einfache Sporenkeimversuche angestrebt werden, sondern entweder in Feldversuchen erfolgen oder aber in solchen Laboratoriumsversuchen, deren Ergebnisse nachweislich und unbedingt den Feststellungen durch Feldversuche parallel gehen. Das ist der Fall, wenn das Sporenkeimverhalten unmittelbar an den gebeizten Körnern und unter Bedingungen geprüft wird, die den Feldbedingungen weitgehend entsprechen. Bei dem von Gassner[1]) vorgeschlagenen Verfahren werden die mit Sporen bestäubten und gebeizten Körner in Erdaufschlämmungen gehalten und die Sporenkeimung in der Erde selbst bestimmt; auch das früher von Winkelmann[2]) für die Prüfung von Trockenbeizmitteln vorgeschlagene Verfahren ging von der gleichen Voraussetzung aus.

Die Prüfung des Sporenverhaltens an den gebeizten Körnern selbst ist schon deshalb notwendig, weil die Körner durch Adsorption der wirksamen Beizsubstanz den Beizvorgang beeinflussen können. Vor allem aber zeigte sich, daß der eigentliche Beizvorgang sich nicht auf den Zeitpunkt der Beizung, also auf das Zusammenbringen von Saatgut und Beizmittel beschränkt, sondern sich vielfach erst nach der Aussaat des gebeizten Getreides, also im Ackerboden abspielt. Als primäre Beizwirkung bezeichnet Gassner[3]) diejenige Beizwirkung, die z. B. während des Tauchens des Getreides in eine Beizlösung oder während der Benetzung erfolgt; daneben aber kann es zu einer sekundären Beizwirkung nach der Aussaat kommen, wenn die dem Saatgut anhaftenden Beizmittel im Boden wieder in Lösung gehen und so erneut zur Wirkung kommen. Bei Trockenbeizmitteln findet während der sogenannten Beizung überhaupt keine Wirkung der Beizmittel auf die Sporen statt; diese tritt hier vielmehr fast ausschließlich erst nach der Aussaat ein, wenn die Beizmittel durch die Bodenfeuchtigkeit in Lösung gebracht werden. Trockenbeizmittel können deshalb auch dazu benutzt werden, einer Nachinfektion des Saatgutes im Boden oder einer Infektion der Keimlinge durch Bodenorganismen vorzubeugen („Schutzbeizung"). Auf jeden Fall kann also der Beizeffekt in ganz verschiedener Weise zustande kommen; für die laboratoriumsmäßige Feststellung der Dosis curativa kommt aber gerade deshalb nur die Feststellung der Sporenkeimung am gebeizten und in Erde ausgelegten Korn in Frage.

---

[1]) Gassner, G., Zur Methodik der laboratoriumsmäßigen Prüfung von Beizmitteln. Phytopath. Ztschr. **14**, 1943, S. 303.

[2]) Winkelmann, A., Methode zur Prüfung von Trockenbeizmitteln im Laboratorium. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **1927**, S. 20.

[3]) Gassner, G., Über primäre und sekundäre Beizwirkung. Angew. Botanik **9**, 1927, S. 66.

Unter Umständen kann es auch während der Lagerung zu einer Beeinflussung des gebeizten Saatgutes kommen, die von Hiltner[1]) als „Lagerbeizwirkung" bezeichnet wird. Mit einer solchen müssen wir schon rechnen, wenn der Wassergehalt des lagernden Getreides eine unzulässige Höhe aufweist. Weiter kann eine Beeinflussung vorliegen, wenn die wirksamen Beizsubstanzen einen höheren Gasdruck besitzen, wie das vor allem bei den aliphatischen Hg-Verbindungen (Äthyl- und Methyl-Hg-Verbindungen u. a.) der Fall ist. Eine besonders wichtige und höchst unerwünschte „Lagerbeizwirkung" haben wir bei formalingebeiztem Getreide, dessen Keimfähigkeit während der Lagerung in katastrophalem Maße zurückgehen kann. Nach Hurd[2]) u. a. ist dieser Vorgang auf eine unter bestimmten Trockenheitsverhältnissen eintretende Paraformaldehydbildung zurückzuführen.

Neuere Untersuchungen von Gassner[3]) haben gezeigt, daß der chemotherapeutische Index für den gleichen Wirkstoff keine Konstante darstellt, sondern je nach der Beizmethode verschieden hoch liegt; er ist am günstigsten in der Tauchbeize, schon deutlich höher in der Kurzbeize und am ungünstigsten in der Trockenbeize.

Auch bei den physikalischen Beizmethoden (Warmwasserbeize) ist das Verhältnis von fungizider Wirkung und Schädigungswirkung auf das Saatgut sinngemäß zur Beurteilung der Brauchbarkeit des jeweiligen Beizverfahrens heranzuziehen, nur kann man hier nicht von einem chemotherapeutischen, sondern von einem thermotherapeutischen Index sprechen.

2. Chemische Beizung

a) Beizverfahren

Als chemische Beizung bezeichnen wir alle Verfahren, in welchen die Abtötung oder doch Entwicklungshemmung der dem Saatgut anhaftenden Krankheitserreger durch Einwirkung chemischer Stoffe vorgenommen wird. Als Anwendungsverfahren kommen die Tauchbeize, Benetzungsbeize und Kurzbeize als Naßbeizen und die Trockenbeize in Frage. Bei der Tauchbeize liegt eine ausgesprochene primäre Beizwirkung vor; bei der Benetzungsbeize und der Kurzbeize überwiegt die primäre Beizwirkung, jedoch kann auch schon mit einer beschränkten sekundären Beizwirkung gerechnet werden. Trockenbeizmittel wirken dagegen ausschließlich auf sekundärem Wege, also erst nach der Aussaat im feuchten Erdboden.

Tauchbeize

Bei der Tauchbeize wird das Getreide in eine verhältnismäßig schwache Lösung des gewählten Beizmittels getaucht, eine gewisse Zeit in dieser gelassen und nach dem Herausnehmen getrocknet. Soweit es sich um die Bekämpfung von Weizensteinbrand und Gerstenhartbrand handelt, empfiehlt es sich, das Saatgut in

[1]) Hiltner, Über die Beizwirkung von Trockenbeizmitteln während der Lagerung gebeizten Getreides (Lagerbeizwirkung). Angew. Botanik **12**, 1930, S. 352.
[2]) Hurd, Injury to seed wheat resulting from drying after disinfection with formaldehyd. Journ. Agric. Res. **20**, 1920, S. 209.
[3]) Gassner, G., Die chemotherapeutische Bewertung von Quecksilberverbindungen in den verschiedenen Beizverfahren. Phytopath. Ztschr. **17**, 1950, S. 1.

dünnem Strahl langsam in die Flüssigkeit laufen zu lassen, die dabei ständig umzurühren ist. Die aufsteigenden Brandbutten werden durch Abschöpfen entfernt und vernichtet.

Die Vorteile der Tauchbeize liegen in der Zuverlässigkeit ihrer Wirkung sowie in ihrer Wirtschaftlichkeit; Nachteile sind die Umständlichkeit der Anwendung sowie vor allem die durch die starke Wasseraufnahme bedingte Schwierigkeit der Rücktrocknung. Auch das Fehlen jeder sekundären Beizwirkung kann sich als Übelstand bemerkbar machen, wenn nach der Beizung erneut Sporen an das Saatgut gelangen oder eine Schutzwirkung gegen Bodeninfektion erwünscht ist.

Die Tauchbeize ist das älteste Beizverfahren, das heute meist nur noch in landwirtschaftlichen Kleinbetrieben oder in ganz bestimmten Fällen angewendet wird. Wenn es sich um die Beizung stark steinbrandhaltigen Weizens oder aber um eine zuverlässige Bekämpfung des Haferflugbrandes handelt, muß auch heute noch zur Tauchbeize geraten werden. Ebenso hat die Tauchbeize auch heute noch bei der Beizung von Gemüsesamen praktische Bedeutung, wo viele kleine Saatgutmengen in Beutelchen eine bestimmte Zeit in die Beizflüssigkeit gehängt werden.

Die Wirtschaftlichkeit der Tauchbeize ist durch die Möglichkeit einer wiederholten Benutzung der Beizlösung gegeben. Während Formalinlösungen auch nach vielfacher Benutzung ihre volle Wirksamkeit behalten [Müller und Molz[1])], konnten zunächst Gassner[2]) auf biologischem Wege und anschließend Krauß[3]) und Hilgendorff[4]) durch chemische Analysen den Nachweis erbringen, daß die quecksilberhaltigen Beizlösungen durch das Saatgut entgiftet werden; die verbrauchte Beizlösung muß dementsprechend durch Lösungen doppelter Konzentration ersetzt werden, um die vorgeschriebene Konzentration zu erhalten.

Die Temperatur der Beizlösung ist insofern von Bedeutung, als sehr kalte Beizlösungen eine geringere fungizide Wirkung haben; es wird sich daher empfehlen, Lösungen von über 5° C anzuwenden [Lang[5])], die Beizlösungen also leicht zu erwärmen. Die von Nagel[6]) vorgeschlagene Erwärmung auf 35 bis 40° hat sich in der Praxis aus verständlichen Gründen nicht durchsetzen können.

Die Beizdauer, die früher mit 14 Stunden sehr hoch gewählt war, wurde nach Einführung der Formalinbeize und vor allem der modernen Quecksilberbeizmittel auf ¼ bis ½ Stunde herabgesetzt, was völlig ausreichend ist und einer unnötig hohen Wasseraufnahme während der Tauchbeize vorbeugt, also die Rücktrocknung erleichtert.

---

[1]) Müller u. Molz, Versuche zur Bekämpfung des Steinbrandes bei dem Winterweizen usw., Fühlings Landw. Ztg. **63**, 1914, S. 742.

[2]) Gassner, G., Die Verwendung von Quecksilberbeizmitteln in der wiederholten Tauchbeize (Kettenbeize). Ztschr. f. Pflanzenkrankh. **35**, 1925, S. 1.

[3]) Krauß, Nachdosierung von quecksilberhaltigen Beizmitteln für Getreide. Ztschr. f. Angew. Chemie, **38**, 1925, S. 1088.

[4]) Hilgendorff, Über die Verwendung einiger Quecksilberbeizmittel in der wiederholten Tauchbeize. Ztschr. f. Angew. Chemie, **39**, 1926, S. 377.

[5]) Lang, Die Bedeutung der Temperatur beim Beizen. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **5**, 1925, S. 29.

[6]) Nagel, Über die Einwirkung höherer Temperatur usw. Angew. Botanik **7**, 1925, S. 304.

Benetzungsbeize

Während bei der Tauchbeize eine beschränkte Saatgutmenge in eine möglichst große Flüssigkeitsmenge gebracht wird, wird bei der Benetzungsbeize die Anfeuchtung des Getreides durch Besprengen mit einer mäßigen und der Getreidemenge angepaßten Flüssigkeitsmenge vorgenommen, wobei das Getreide während und nach dem Besprengen gründlich durchgeschaufelt wird, um eine möglichst gleichmäßige und gute Benetzung zu erzielen. Nach der Benetzung wird das Saatgut zunächst noch für etwa eine Stunde mit Säcken, Planen oder dergleichen bedeckt, um die Beizdauer zu verlängern; diese ist im übrigen mit der Zeit identisch, die zwischen dem Aufbringen der Beizflüssigkeit und der vollendeten Trocknung des Saatgutes liegt.

Der Vorteil der Benetzungsbeize liegt in der einfachen Durchführung und der durch die geringere Wasseraufnahme bedingten Beschleunigung der Rücktrocknung. An Zuverlässigkeit steht die Benetzungsbeize der Tauchbeize nach. Für Weizen, der noch Brandbutten enthält, ist eine Benetzungsbeize nicht zu empfehlen, weil durch nachträgliche Zertrümmerung der Brandbutten wieder lebensfähige Sporen an das Saatgut gelangen und Nachinfektionen bewirken können. Die Bekämpfung des Haferflugbrandes durch Benetzungsbeize befriedigt ebenfalls nicht immer, wie die Erfahrungen der letzten Jahre eindeutig gezeigt haben.

Die beim gewöhnlichen Benetzungsverfahren auf den Doppelzentner Getreide aufgebrachten Flüssigkeitsmengen bewegen sich zwischen 10 und 20 l, wobei die höheren Mengen für bespelzte Getreide Verwendung finden. Die Konzentration der Beizlösungen ist bei Verwendung der modernen Quecksilberbeizmittel zwei- bis dreifach so stark zu wählen wie bei der Tauchbeize, weil sich sonst störende Adsorptionserscheinungen der Wirkstoffe bemerkbar machen[1]). Eine Ausnahme bildet das Formalin, das in der Benetzungsbeize in gleicher Konzentration (0,25% einer 40%igen Formaldehydlösung = 0,1% Formaldehyd) angewendet werden muß wie in der Tauchbeize.

Auch die Benetzungsbeize stellt ein altes Beizverfahren dar, das schon von Tessier[2]) und Kühn[3]) erwähnt und in seinen Vor- und Nachteilen diskutiert wird. Bis nach 1920 war auch in Deutschland die Benetzungsbeize allgemein üblich und wohl die am meisten verbreitete Beizart; sie wurde dann vor allem durch die später behandelte Trockenbeize, z. T. auch durch die „Kurznaßbeize" abgelöst.

Abänderungs- und Verbesserungsvorschläge zur Benetzungsbeize sind verschiedentlich gemacht. Erwähnenswert ist vor allem das sogenannte Bekrustungs- oder Kandierungsverfahren [v. Tubeuf[4])]. Hierbei wird der Weizen mit Bordeauxbrühe besprengt, die als Kruste antrocknet und einen genügenden Schutz auch gegen Nachinfektionen abgibt. Seit Einführung der modernen Quecksilber-

[1]) Gassner, G., Biolog. Grundlagen der Prüfung von Beizmitteln zur Steinbrandbekämpfung. Arb. Biolog. Reichsanstalt, **11**, 1923, S. 365.

[2]) Tessier, Traité des maladies des grains. Paris 1783.

[3]) Kühn, Die Krankheiten der Kulturgewächse. Berlin 1859, S. 88.

[4]) Tubeuf, v., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung. Arb. Biolog. Reichsanstalt **2**, 1902, S. 437.

beizmittel hat das Verfahren keine praktische Bedeutung mehr. Fischer und Scharrer[1]) versuchten, Fungizide dadurch in dünner Schicht auf das Saatgut zu bringen, daß sie diese nicht in Wasser, sondern in Flüssigkeiten von niedrigem Siedepunkt lösten und das Getreide mit diesen benetzten; der Einführung dieses Verfahrens standen anscheinend wirtschaftliche Schwierigkeiten entgegen. Wohl hat dagegen die sogenannte Ölbeize, bei welcher fungizide Stoffe in Öl gelöst sind und in dieser Form an das Saatgut gebracht werden, praktische Bedeutung erlangt. Sie wird vor allem in Schweden viel gebraucht und hat gegenüber der später behandelten Trockenbeize den Vorteil, daß jedes Stäuben des gebeizten Saatgutes vermieden wird.

Kurznaßbeize

Die Kurznaßbeize ist eine Benetzungsbeize mit ganz geringen Flüssigkeitsmengen. Die untere Grenze, bei der noch eine gleichmäßige Verteilung der Beizflüssigkeit möglich scheint, liegt bei Verwendung wäßriger Lösungen bei etwa 2 l für 100 kg Saatgut; aus Sicherheitsgründen geht man jedoch meist auf 3 l/100 kg herauf. Aber auch diese Menge läßt sich nur unter Zuhilfenahme besonderer Beizapparaturen gleichmäßig aufbringen. Für Deutschland hat Gassner[2]) 1927 das „Kurznaßbeizverfahren" ausgearbeitet und nachgewiesen, daß das Verfahren sichere Beizergebnisse liefert, wenn die Konzentration der Beizlösung eine entsprechende Erhöhung erfährt. Wenn z. B. bei der gewöhnlichen Benetzungsbeize (12 l/100 kg Saatgut) eine Konzentration von 0,5% verwendet wird, muß bei der Kurzbeize (3 l/100 kg) eine vierfach stärkere Lösung, also 2% gewählt werden. Das Produkt aus Menge Beizflüssigkeit und Konzentration ist also eine Konstante, da es auf die Wirkstoffmenge je 100 kg Saatgut und nicht auf die Flüssigkeitsmenge ankommt.

Die Kurznaßbeize bietet gegenüber den anderen Naßbeizverfahren wesentliche Vorteile [vgl. auch Winkelmann[3]), Riehm[4])]. Die Beizung geht bei Verwendung geeigneter Apparaturen sehr schnell und sicher vor sich; das gebeizte Saatgut bedarf keiner Nachtrocknung, sondern ist fast sofort drillfähig. Es ist außerdem gut lagerfähig[5]) [6]); die Zunahme des Wassergehaltes bleibt in erträglichen Grenzen, auch verhindern die dem Korn äußerlich anhaftenden chemischen Stoffe die Ansiedlung von Fäulniskeimen und Schimmelpilzen.

Auch gegenüber der im folgenden behandelten Trockenbeize bietet die Kurznaßbeize gewisse Vorteile; sie ist billiger und vermeidet vor allem die bei der Anwendung von Trockenbeizpulvern nicht zu unterschätzende gesundheitliche Ge-

---

[1]) Fischer u. Scharrer, Saatgutbeizmittel mit nichtwäßrigen Lösungen. Fortschr. d. Landwirtsch. **1**, 1926, S. 288.

[2]) Gassner, G., Benetzungsbeize mit geringen Flüssigkeitsmengen. Angew. Botanik **9**, 1927, S. 1.

[3]) Winkelmann, A., Das Kurznaßbeizverfahren. Ill. Landw. Ztg. **49**, 1929, S. 388.

[4]) Riehm, Das Kurznaßbeizverfahren. Dtsch. Landw. Presse **56**, 1929, S. 485.

[5]) Bonne, Ergebnisse mit dem Kurznaßbeizverfahren in der Praxis. Fortschr. Landw. **7**, 1932, S. 161.

[6]) Schirmer, Wie lange kann kurznaßgebeiztes Saatgut gelagert werden? Wochenbl. landw. Verein Bayern. **123**, 1933, S. 39.

fährdung des mit der Beizung beschäftigten Personals. Die Beizwirkung ist bei der Kurznaßbeize weniger stark von Klimaverhältnissen abhängig als bei der Trockenbeize, weil eine deutliche primäre Beizwirkung vorliegt; andererseits bietet auch die Kurznaßbeize bereits einen gewissen Schutz gegen Nachinfektionen.

Trockenbeize

Bei dem Trockenbeizverfahren werden trockene, pulverförmige Mittel in vorgeschriebenen Aufwandmengen, bei Weizen meist 200 g je 100 kg Saatgut — bei bespelzten Getreidefrüchten mehr, trocken auf das Getreide gebracht. Es genügt nicht, das Saatgut mit dem staubfeinen Pulver durch Umschaufeln zu mischen, ganz abgesehen davon, daß diese Art der Behandlung eine außerordentliche Gefährdung der Arbeiter durch die meist hochgiftigen und stark stäubenden Mittel bedeuten würde. Vielmehr müssen die Beizmittel in geschlossenen Trommeln oder in besonderen, kontinuierlich arbeitenden Beizmaschinen mit dem Saatgut zusammengebracht und so an die Körner angerieben werden, daß sie auch bei Erschütterungen, wie sie beim Einfüllen in die Säcke und beim Drillen unvermeidlich sind, am Korn haften bleiben.

Die Wirkungsweise der heute im Handel befindlichen Beizmittel ist meist eine sekundäre, d. h. die Wirkung tritt erst nach der Aussaat ein, wenn die Bodenfeuchtigkeit die im Beizmittel enthaltenen fungiziden Stoffe löst. Hieraus folgt, daß die Zuverlässigkeit der Wirkung unter Umständen von Bodenverhältnissen und klimatischen Faktoren abhängig sein kann, worauf Riehm[1]) schon 1924 hingewiesen hat. Nach Volk[2]) wirken kupferhaltige Trockenbeizen auf saurem Boden und versagen auf alkalischem. Die Angaben über den Einfluß von Niederschlägen nach erfolgter Aussaat sind widersprechend. Nach den Erfahrungen des Deutschen Pflanzenschutzdienstes haben brauchbare Trockenbeizmittel auch dann gewirkt, wenn z. B. 3 Tage nach der Aussaat 18 oder sogar 36,2 mm Regen fielen. Die Wirkung der Trockenbeizmittel muß also verhältnismäßig schnell eintreten; andererseits liegen aber auch Beobachtungen vor, die sich kaum anders als durch die Annahme deuten lassen, daß es unter Umständen doch zu einem unerwünschten Auswaschen der wirksamen Beizsubstanzen nach starken Niederschlägen kommen kann. Bei der Aufbewahrung trocken gebeizten Getreides kann eine Wirkung der Beizmittel ohne weiteres dann zustande kommen, wenn es sich um die Lagerung zu feuchten Getreides handelt [Hiltner[3]) und Supper[4])]. Unter Umständen muß auch eine Abspaltung fungizider Gase in Betracht gezogen werden, so daß also eine Lagerbeizwirkung verschiedene Ursachen haben kann [Köhler[5])]. Im einzelnen ist es sehr schwer, bei der Lagerwirkung zwischen dem Einfluß gelöster Wirkstoffe und Gaswirkung zu unterscheiden. Bestimmte Wirk-

[1]) Riehm, Trockenbeize. Pflanzenbau **1**, 1924, S. 91.

[2]) Volk, Trockenbeizwirkung in Abhängigkeit von Bodenreaktion und Bodenart. Landw. Jahrb. **70**, 1929, S. 583.

[3]) Hiltner, Über die Beizwirkung von Trockenbeizmitteln während der Lagerung gebeizten Getreides. Angew. Botanik **12**, 1930, S. 352.

[4]) Supper, R., Über die Wirkung von Trockenbeizen. Ztschr. f. Pflanzenkrkh. 1932, Heft 7/8.

[5]) Köhler, Effect of time and rate of application usw. Phytopathology **21**, 1931, S. 127.

stoffe, insbesondere die aliphatischen Hg-Verbindungen, haben einen oft recht hohen Gasdruck, der bei der Beurteilung des Wirkungsgrades in Rechnung gestellt werden muß. So ist es kein Zufall, daß sich gerade solche Mittel bei der Bekämpfung des Haferflugbrandes, wo Sporen und Myzel zwischen Spelzen und Kornoberfläche sitzen, als besonders wirksam erwiesen haben.

Ob die Wirkstoffe eines Trockenbeizmittels leicht oder schwer löslich sein sollen, ist eine Frage, die sich ebenfalls nicht ohne weiteres beantworten läßt. Kupferkarbonat und Kupferoxydul stellen schwer lösliche Verbindungen dar und zeigen trotzdem einen leidlich guten Wirkungsgrad. In unseren modernen, quecksilberhaltigen Trockenbeizmitteln liegen meist leicht lösliche Verbindungen vor. Wichtig ist vor allen Dingen die möglichst feine Verteilung der Wirksubstanzen. Bei den heute meist gebräuchlichen quecksilberhaltigen Trockenbeizmitteln stellt die Wirksubstanz nur wenige Gewichtsprozente des Beizpulvers dar. Um eine gleichmäßige Verteilung zu gewährleisten, müssen vor allen Dingen auch die Träger- und Strecksubstanzen außerordentlich fein sein.

Wenn wir die Oberfläche von 100 kg Weizenkörnern überschläglich berechnen (1000-Korn-Gewicht 40 g, jedes Korn als Kugel von 5 mm Durchmesser angenommen), so kommen wir zu einem Wert von rund 200 qm je 100 kg Weizen. Auch dieser Wert liegt sicherlich noch wesentlich zu tief, da einmal die Bauchnaht des Weizenkorns und vor allem die Haare desselben noch keine Berücksichtigung gefunden haben. Wir können also wohl mit einer Fläche von 400 qm rechnen, die in feinster Schicht von dem Trockenbeizpulver bedeckt sein muß.

Um das Stäuben der Trockenbeizen herabzusetzen, ist dem Beizpulver meist ein Öl oder ein Fett zugesetzt, das gleichzeitig die Haftfähigkeit der Mittel verbessern soll. Die richtige Dosierung der Trockenbeizmittel in kontinuierlich arbeitenden Beizmaschinen hat als weitere Voraussetzung ein bestimmtes, gleichmäßig hohes Schüttgewicht, auf das die Beizapparatur einzustellen ist. Giftige Trockenbeizen müssen nach den bestehenden gesetzlichen Vorschriften gefärbt sein, und schließlich müssen diese Trockenbeizen noch einen alkohollöslichen Farbstoff enthalten, der die Möglichkeit gibt, die Stärke des Beizbelages zu kontrollieren. Zu diesem Zweck wird eine abgewogene Menge gebeizten Saatgutes in Alkohol geschüttelt und aus der eintretenden Färbung die den Körnern anhaftende Beizmittelmenge kolorimetrisch bestimmt.

Der Gedanke der Trockenbeize geht auf Zeiten zurück, in denen die Ätiologie der Brandkrankheiten noch nicht erforscht war. Bereits im 18. Jahrhundert wurde in der Schweiz eine Trockenbehandlung des Saatgutes mit Asche „mit untrüglichem Erfolg" durchgeführt[1]). 1902 hat v. Tubeuf[2]) das Trockenbeizverfahren zuerst in Deutschland angewendet. Das Verfahren geriet in Vergessenheit, zumal Versuche von Hecke[3]) und Müller und Molz[4]) zu negativen Er-

[1]) Schulthess, Vorschlag einiger durch die Erfahrung bewährter Hilfsmittel gegen den Brand im Korn. Abhdl. Naturforsch. Ges. Zürich **1**, 1761, S. 497.

[2]) Tubeuf, v., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Brandkrankheiten des Getreides usw. Arb. Biolog. Reichsanstalt **2**, 1902, S. 437.

[3]) Hecke, Beizversuche gegen Hirsebrand. Ztschr. Landw. Versuchswesen Österr. **6**, 1903, S. 765.

[4]) Müller u. Molz, Über den Steinbrand des Weizens. Fühlings Landw. Ztg. **63**, 1914, S. 204.

gebnissen geführt hatten. Nachdem dann in der Schweiz, Italien, den Vereinigten Staaten von Amerika und anderen Ländern mit der Trockenbeizung gute Erfahrungen gemacht waren, wurden seit 1920 auch in Deutschland wieder Versuche aufgenommen [Riehm[1]), Molz[2])], die dann zur Ausarbeitung der modernen quecksilberhaltigen Trockenbeizen führten; die in anderen Ländern angewendeten Trockenbeizmittel beruhten fast ausnahmslos und beruhen auch vielfach heute noch auf der Kupferbasis.

Staubnaßbeize

Um die Anwendung von Trockenbeizen weniger gefährlich zu gestalten, wurde vorgeschlagen, das Saatgut entweder vor[3]) oder nach dem Beizen[4]) mit geringen Wassermengen zu befeuchten und dadurch das Trockenbeizpulver fester an das gebeizte Saatgut zu binden. Dieses Staubnaßverfahren[5]) hat sich bei uns in die Praxis nicht eingeführt, weil das Kurzbeizverfahren einfacher, billiger und ebenso sicher ist. Nur bei der Trockenbeizung von Rübensamen hat sich die nachträgliche Befeuchtung des Saatgutes bewährt und ist auch heute noch in Gebrauch, zumal dadurch gleichzeitig auch die lästige Staubentwicklung bei der Verarbeitung von Rübensamen eine Herabsetzung erfährt.

Überschußbeize

Die Überschußbeize ist eine besondere Form der Trockenbeize, die bei der Behandlung kleiner Saatgutmengen angewendet wird, bei denen die gewichtsmäßige Dosierung der Trockenbeize auf Schwierigkeiten stößt. Sie hat für den Pflanzenzüchter, aber auch für den Gemüsebauer Bedeutung[6]).

Bei der Überschußbeize wird das Saatgut mit einer reichlichen Menge des Beizpulvers versetzt und der am Saatgut nicht haften bleibende Überschuß nachträglich durch Absieben entfernt. Die gewöhnliche Trockenbeize ist für diesen Zweck nicht brauchbar, weil bei ihr zu große Mengen Beize am Saatgut haften bleiben würden. Überschußbeizen müssen also einen geringeren Gehalt an Wirkstoff haben als die gewöhnlichen Trockenbeizen[7]).

Bei Weizen bleiben etwa 700 g Trockenbeize an 100 kg des Saatgutes haften. Diese 700 g müssen die gleiche Menge Wirksubstanz enthalten wie die vorgeschriebenen 200 g je 100 kg Weizen. Es müssen also 200 g übliche Handelstrockenbeize mit 500 g eines Trägerstoffes, z. B. Talkum, gestreckt werden, um zu einer für Weizen brauchbaren Überschußbeize zu kommen. Für andere Samen wird das Streckungsverhältnis ein anderes sein; kleine Samen haben eine relativ große Oberfläche, schlucken also mehr Beizsubstanz, rauhe Samen halten ebenfalls mehr

[1]) Riehm, Trockenbeize. Pflanzenbau **1**, 1924, S. 91.
[2]) Molz, Zur Geschichte der Saatguttrockenbeize. Deutsche Landw. Presse 1927.
[3]) Tubeuf, v., Weitere Beispiele zur Kenntnis der Brandkrankheiten des Getreides usw. Arb. Biolog. Reichsanstalt **2**, 1902, S. 437.
[4]) Gram, Afsvampningsundersøgelser. Beredn. Tidsskr. Planteavl. **37**, 1931, S. 659.
[5]) Vgl. Merkblatt Nr. 7 des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 7. Aufl., 1932, Nr. 16.
[6]) Becker, K. E., Zur Beizung kleiner Mengen von Gemüse- und Gewürzsaaten. Forschungsdienst **17**, 1944, S. 267.
[7]) Schmidt, Hertha, Samenbeizung. Leistungssteigerung im Gartenbau, Heft 13, 1943.

Beizstoff fest als glatte. Die maximale Aufnahmefähigkeit des Saatgutes muß also für jede Samenart durch einen besonderen Vorversuch festgestellt und daraus das richtige Streckungsverhältnis berechnet werden.

b) Die chemischen Beizmittel

Kupfermittel

Bereits in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts finden sich bei Schweizer Autoren[1] [2] Hinweise auf die Möglichkeit der Bekämpfung des Steinbrandes durch Kupfervitriollösungen. Von der Beobachtung ausgehend, daß Brandsporen in Wasser, das in einem kupfernen Kessel erhitzt war, nicht mehr keimen, hat dann unabhängig von den vorerwähnten älteren Angaben Prévost[3] in systematischen Versuchen den Nachweis der Beizwirkung des Kupfervitriols erbracht. Die Einführung der Kupfervitriolbeizen in die landwirtschaftliche Praxis ist in erster Linie das Verdienst von Kühn[4]. Durch viele Jahrzehnte stellte das Kupfervitriol das wichtigste oder alleinige Beizmittel dar.

Ein unzweifelhafter Nachteil der Kupfervitriolbeize besteht in den Keimschädigungen des Saatgutes. Wenn Kühn selbst nach 12stündiger Einwirkung einer 0,5%igen Kupfersulfatlösung über Keimschäden nichts berichtet, so scheint das daran zu liegen, daß er mit wenig empfindlichem Landweizen arbeitete und vor allen Dingen keinen mit Maschine gedroschenen Weizen verwendete; denn die Beizempfindlichkeit verletzter Körner gegen Kupfervitriollösungen ist ganz wesentlich größer als diejenige intakter [v. Tubeuf[5]), Volkart[6])]. Es ist bemerkenswert, daß auch Kühn später das von ihm vorgeschlagene Verfahren dadurch zu verbessern suchte, daß er sich dem von Dreisch[7]) gemachten Vorschlage einer Kalknachbehandlung anschloß. Nach Dreisch wird durch eine Nachspülung des gekupferten Getreides mit Kalkmilch das Kupfervitriol sofort gebunden, so daß Keimschäden vermieden werden, ohne daß die fungizide Wirkung leidet.

Bereits 1890 hatten dann weiter Kellermann und Swingle[8]) mit gutem Erfolg Bordelaiser Brühe als weitgehend ungefährliches und dabei gut wirksames Beizmittel empfohlen; ihre Befunde wurden in vollem Umfang durch die späteren Untersuchungen von v. Tubeuf[5]) bestätigt.

Bei der Wirkung von reinen Kupfervitriollösungen ist zu berücksichtigen, daß die Steinbrandsporen nicht abgetötet, sondern nur in der Keimung gehemmt

---

[1]) Schulthess, H. H., Vorschlag einiger durch die Erfahrung bewährter Hilfsmittel gegen den Brand im Korn. Abh. naturforsch. Ges. Zürich **I**, 1761, S. 501.

[2]) Nachricht an das Landvolk vom Brand im Getreide. Neue Sammlung physisch-ökon. Schriften, Bern **III**, 1785, S. 243.

[3]) Prévost, Mémoires sur la cause immédiat de la carie ou charbon des blés usw., Paris 1807.

[4]) Kühn, Die Krankheiten der Kulturgewächse usw., Berlin 1859, S. 88.

[5]) Tubeuf, v., Studien über die Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung. Arb. Biolog. Reichanstalt **2**, 1902, S. 179.

[6]) Volkart, Die Bekämpfung des Steinbrandes des Weizens und des Korns. Landw. Jahrb. Schweiz, **20**, 1906, S. 445.

[7]) Dreisch, Untersuchungen über die Einwirkung von Kupfervitriollösungen auf den Keimprozeß des Weizens. Dissertation Rostock 1873.

[8]) Kellermann u. Swingle, Preliminary experiments with fungicides for stinking smut of wheat. Kansas State Agric. College, Bull. **12**, 1890, S. 34.

werden. Das Kupfer der Lösungen wird außerordentlich schnell von den Membranen der Sporen absorbiert [Bodnar u. Terenyi[1])], läßt sich dann aber durch Säuren wieder entfernen, so daß die Sporen wieder zur Keimung kommen [Hecke[2]), Gassner[3])]. Der letztgenannte Autor hat auch darauf hingewiesen, daß basische Kupferverbindungen eine echte sporenabtötende Wirkung haben; es gilt dies insbesondere für Kupferoxydammoniaklösungen, die also eine stärkere Beizwirkung auf die Sporen ausüben und dabei gleichzeitig für das Saatgut weitgehend harmlos sind. Deshalb war in dem früheren Beizmittel „Segetan" Kupferoxydammoniak als wirksame Kupferkomponente enthalten.

Heute werden Kupfervitriollösungen als Naßbeizen kaum noch verwendet. Sie wurden zunächst durch Formalin und später durch die modernen Quecksilbermittel ersetzt. Wohl haben dagegen Kupfermittel auch heute noch als Trockenbeizmittel eine gewisse Verbreitung, weniger in Deutschland als in anderen Ländern, vor allem in Ungarn, Italien, Nordamerika usw. Wirksame Stoffe sind hier Kupferkarbonat und Kupferoxydul, die in möglichst feiner Verteilung [vgl. Riehm[4])] auf das Saatgut gebracht werden. In Deutschland spielen auch diese Mittel heute kaum noch eine Rolle, weil sie den hier gestellten höheren Anforderungen nicht genügen; sie wirken außerdem nur gegen bestimmte Brandpilze, sind also keine Universalbeizmittel, die auch gegen andere Krankheitserreger des Saatgutes wirksam sind.

Formalin

Formalin oder Formol stellt eine 40%ige Lösung des gasförmigen Formaldehyds in Wasser dar und ist 1895 von Genther[5]) als Beizmittel in Vorschlag gebracht. Es wird in 0,25%iger Lösung (= 0,1% Formaldehyd) im Tauch- und Benetzungsverfahren angewendet[6]). Die fungizide Wirkung auf Brandsporen, insbesondere Steinbrandsporen, erwies sich als recht gut; leider beeinträchtigen Keimschäden die Brauchbarkeit des Formalins als Beizmittel. Immer wieder finden wir Angaben über die schädlichen Nebenwirkungen der Formalinbeizung [Kießling[7]), Hiltner[8])]. Diese treten bei tiefen Keimtemperaturen weit stärker hervor als bei höheren [Gassner[9]), Kirchhoff[10])]; weiter zeigte sich übereinstimmend,

---

[1]) Bodnar u. Terenyi, Biochemie der Brandkrankheiten des Getreides. Hoppe-Seylers Ztschr. f. phys. Chemie **163**, 1927, S. 73, ebenda **186**, 1930, S. 157.

[2]) Hecke, Beizversuche zur Verhütung des Hirsebrandes. Ztschr. Landw. Versuchswesen Österr. **5**, 1902, S. 947.

[3]) Gassner, Über die Bewertung von Beizmitteln. Angew. Botan. **6**, 1924, S. 8.

[4]) Riehm, Zur Frage der Getreidebeizung. Ztschr. Angew. Chemie **38**, 1925, S. 5.

[5]) Genther, Th., Über die Einwirkung von Formaldehydlösungen auf den Getreidebrand. Ber. Pharmazeut. Ges. **5**, 1895, S. 325.

[6]) Kirchner, O., Versuche zur Bekämpfung der Getreidebrandkrankheiten. Naturw. Ztschr. f. Land- u. Forstwirtschaft **1**, 1903, S. 465.

[7]) Kießling, Über schädliche Nebenwirkungen der Formalinbeizung des Saatgutes auf die Keimung. Journ. f. Landw. **66**, S. 7.

[8]) Hiltner, L., Über zahlreiche Fälle des Totbeizens von Getreide-Saatgut durch Formalin. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **14**, 1916, S. 125, 141.

[9]) Gassner, G., Feststellung der Schädigung des Saatgutes durch Beizmittel. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. **36**, 1926, S. 25.

[10]) Kirchhoff, H., Über den Einfluß der Keimungstemperatur und anderer Keimbettfaktoren auf das Verhalten gebeizten Getreides. Angew. Botan. 1932, S. 349.

daß diese Schäden nicht während der Beizung selbst, sondern vor allem während der Lagerung des zurückgetrockneten Getreides eintreten [Kießling[1]) u. a.]. Hurd[2]) hat dann, wie schon oben erwähnt, den Nachweis erbracht, daß die Ursachen der Schädigungen in der am trockenen Getreide eintretenden Bildung von Paraformaldehyd bestehen.

Es hat nicht an Versuchen und Vorschlägen gefehlt, diese Schädigungen durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden. Das sicherste Mittel ist nach wie vor die möglichst baldige Aussaat nach der Beizung. Bereits Genther[3]) hat vorgeschlagen, das mit Formaldehyd gebeizte Getreide mit verdünntem Ammoniak zu behandeln; Zade[4]) versuchte, die schädlichen Nachwirkungen des Formalin durch anschließendes Auswaschen des Getreides mit Wasser zu vermeiden. In der Praxis haben sich diese Verfahren wegen ihrer Umständlichkeit nicht durchsetzen können. Auf jeden Fall wird die Formalinbeizung heute wegen ihrer Gefährlichkeit kaum noch gebraucht, zumal in den modernen Quecksilberbeizen Mittel zur Verfügung stehen, die mit besserer und vor allem universellerer Wirkung eine weitgehende Unschädlichkeit verbinden. Nur wenn es sich um die Bekämpfung des Haferflugbrandes handelt, kann man heute noch zur Anwendung der Formalinbeize raten.

Als Trockenbeizmittel kommen Formalinlösungen natürlich nicht in Frage; Krauß[5]) hat versucht, eine Polymere des Formaldehyds, das Paraform, einen intensiv nach Formaldehyd riechenden Stoff, als Wirkstoff für Trockenbeizen zu verwenden; die Paraform-Trockenbeizen erwiesen sich aber ebenfalls wegen der außerordentlichen Gefahr von Keimschäden als nicht brauchbar.

Quecksilberhaltige Beizmittel

Hiltner[6])[7]) hat 1910 Sublimatlösungen als Beizmittel zur Bekämpfung des Schneeschimmels des Roggens eingeführt und damit die Aufmerksamkeit auf die Brauchbarkeit von quecksilberhaltigen Verbindungen zu Beizzwecken gelenkt. An die Stelle des Quecksilberchlorids traten dann sehr bald organische Hg-Verbindungen, die in mehrfacher Weise Vorzüge gegenüber dem Sublimat bieten. Sie sind bei gleichem Quecksilbergehalt wirksamer und haben vor allem auch den Vorteil, Metalle nicht anzugreifen. Diese organischen Hg-Verbindungen haben sich dann nicht nur zur Bekämpfung des Schneeschimmels, sondern aller durch

---

[1]) Kießling, Über schädliche Nebenwirkungen der Formalinbeizung des Saatgutes auf die Keimung. Journ. f. Landw. **66**, S. 7.

[2]) Hurd, A. M., Injury to seed wheat resulting from drying after disinfection with Formaldehyd. Journ. Agricult. Res. **20**, 1920, S. 209.

[3]) Genther, Th., Über die Einwirkung von Formaldehydlösungen auf den Getreidebrand. Ber. Pharmazeut. Ges. **5**, 1895, S. 325.

[4]) Zade, Ein neues Verfahren zur Bekämpfung des Weizensteinbrandes. Deutsche Landw. Presse **47**, 1920, S. 204.

[5]) Krauß, Beitrag zur Frage der Trockenbeize. Nachrichtenbl. f. d. deutsch. Pflanzenschutzdienst 1925, Nr. 11.

[6]) Hiltner, Aufruf zur Beizung des Saatgutes. Wochenbl. landw. Verein in Bayern **100**, 1910, S. 1059.

[7]) Hiltner u. Ihssen, Über das schlechte Auflaufen und die Auswinterung des Getreides usw. Landw. Jahrb. in Bayern **1**, 1911, S. 323.

Keimlingsinfektion verbreiteten Krankheiten des Getreides, insbesondere auch des Steinbrandes, bewährt. Sie finden deshalb als Universalbeizmittel Verwendung.

Die älteren Quecksilberbeizmittel wie Uspulun und das ursprüngliche Germisan wiesen einen Hg-Gehalt von 17,5% auf; demgegenüber haben die heutigen Quecksilbermittel bei gleicher oder sogar besserer Wirksamkeit nur noch einen Hg-Gehalt von wenigen Prozenten, lassen sich also gegenüber dem Sublimat und den vorerwähnten älteren Quecksilberbeizen als quecksilberarm bezeichnen.

Die ersten Hg-Beizen waren Naßbeizen. Da die Entwicklung der Quecksilberbeizen zeitlich mit der Einführung der Trockenbeize zusammenfällt, wurden sehr bald auch und mit bestem Erfolg organische Quecksilberverbindungen als Wirkstoff für Trockenbeizen verwendet.

Mit dem Wirkungsgrad der verschiedenen organischen Hg-Verbindungen und ihrer Brauchbarkeit zu Beizzwecken beschäftigten sich vor allem neuere Untersuchungen von Gassner[1]), in denen Beizwirkung auf Sporen und Saatgut sowie der chemotherapeutische Index für die verschiedenen Gruppen der organischen Quecksilberverbindungen in den verschiedenen Beizverfahren, also in Tauchbeize, Kurzbeize und Trockenbeize untersucht und zahlenmäßig festgelegt werden konnten. In die Gründe, aus denen heraus die verschiedene Wirksamkeit der einzelnen Verbindungen und ihrer Gruppen resultiert, haben wir auch heute noch keinen vollen Einblick. Wenn z. B. die Methyl- und Äthyl-Hg-Verbindungen, insbesondere bei bespelzten Getreidesorten, wirksamer sind als die aromatischen, so dürfte dies sicherlich mit dem verhältnismäßig hohen Dampfdruck der Wirkstoffe in Zusammenhang stehen. Auch Tisdale[2]) führt die gute Wirksamkeit der Äthyl-Hg-Verbindungen, insbesondere auch ihre Eignung zu Bodendesinfektionszwecken, auf die Gaswirkung dieser Verbindungen zurück.

Das Keimverhalten von Saatgut, das mit geeigneten quecksilberhaltigen Beizmitteln behandelt ist, weist sehr häufig eine deutliche Verbesserung des Keimverhaltens auf. Ob es berechtigt ist, hier von einer echten Stimulation zu sprechen, muß zweifelhaft erscheinen. Wahrscheinlich kommt die Wirkung dadurch zustande, daß durch die quecksilberhaltigen Beizmittel die Mikroflora an der Oberfläche und in der Umgebung des Korns gehemmt und damit die Sauerstoffversorgung des keimenden Korns verbessert wird.

Unerwünschte Nebenwirkungen der Quecksilberbeizen bestehen einmal in Schädigungen und Keimhemmungen bei zu starker Dosierung bzw. bei Verwendung ungeeigneter Verbindungen. Einige Hg-Verbindungen bewirken weiter krankhafte Verdickungen und Stauchungen der Keimwurzeln und Keimblätter, die auf Polyploidie-Erscheinungen zurückzuführen sind und vor allem bei Überdosierung auftreten. Hierhin gehören organische Hg-Verbindungen aliphatischer Natur, also Methyl-, Äthyl-, Propyl- und Butyl-Verbindungen, von denen nur die ersten beiden als brauchbare Beizmittel in Frage kommen, sodann organische Hg-Verbindungen mit nicht substituiertem hydroaromatischen Kohlenwasserstoff-

[1]) Gassner, G., Die chemotherapeutische Bewertung von Quecksilberverbindungen in den verschiedenen Beizverfahren. Phytopathologische Ztschr. **17**, 1950, S. 1.

[2]) Tisdale, W. H., Äthylenquecksilberverbindungen als landw. Desinfektionsmittel. Industrial and Engineering Chemistry **24**, 1932, S. 745.

rest, insbesondere Cyclohexylverbindungen. In welcher Weise die merkwürdigen Wirkungen der vorerwähnten Stoffe zustandekommen, bedarf ebenfalls noch weiterer Untersuchungen.

Beizmittel auf sonstiger Grundlage

Seit längerem ist eine große Zahl von allen möglichen Stoffen auf ihre Beizwirkung geprüft; es braucht hier nur auf die Arbeiten und Angaben von Hollrung[1]), Merl[2]) und Plaut[3]) hingewiesen zu werden. Fast alle untersuchten Stoffe erwiesen sich als nicht oder wenig geeignet; entweder ließ ihre Wirkung auf die Pilzsporen zu wünschen übrig, oder aber es traten bei guter fungizider Wirkung starke Keimschädigungen des Saatgutes auf, die eine Verwendung als Beizmittel ausschlossen. Gerade diese Arbeiten zeigten, daß zwischen Desinfektionskraft eines Mittels und seiner Brauchbarkeit zu Beizzwecken große Unterschiede bestehen und daß das im englischen Sprachgebrauch übliche Wort „Disinfection" für Beizung mißverständlich ist.

Die modernen Quecksilberbeizmittel haben den großen Vorzug, Universalbeizmittel zu sein. Die Bemühungen, solche Mittel auf quecksilberfreier Grundlage zu schaffen, blieben bis vor kurzem erfolglos. In letzter Zeit scheint es allerdings gelungen zu sein, auf Arsenbasis ein Universalbeizmittel herzustellen; weitere Erfahrungen sind jedoch abzuwarten.

Quecksilberfreie Spezialbeizmittel zur Bekämpfung einzelner Krankheitserreger gibt es mehrfach. Ein wichtiges Beispiel dieser Art stellt die Verwendung der Schwefelsäure zur Beizung von Baumwollsamen dar, die sich in der Praxis bewährt hat [Dodoff und Ilieff[4]), Bain[5])].

Gase

Die Beizwirkung von Formalinlösungen beruht auf ihrem Gehalt an Formaldehyd, also einem gasförmigen Stoff. Der Gedanke, Formaldehyd nicht als wäßrige Lösung, sondern in Form von Formaldehyddämpfen anzuwenden, lag nahe und wurde zuerst von Tubeuf[6]) ausgesprochen, der von Neger[7]) solche Versuche ausführen ließ. Der Erfolg der von v. Tubeuf[8]) weitergeführten Versuche war so

---

[1]) Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. Berlin 1919, S. 171.

[2]) Merl, E. M., Prüfung von Schwermetallverbindungen als Beizmittel gegen Fusarium bei Winterroggen. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **2**, 1924, S. 157.

[3]) Plaut, M., Die Wirkung von warmen Beizmitteln und Versuche zur Stimulation. Angew. Botan. **7**, 1925, S. 154.

[4]) Dodoff u. Ilieff, Behandlung der Baumwollsamen mit Schwefelsäure. Zemledelie 1938, S. 134.

[5]) Bain, D., Einfluß der Schwefelsäurebehandlung auf die Pilze und Bakterien der Baumwollsamen aus erkrankten Früchten. Phytopathology **29**, 1939, S. 879.

[6]) Tubeuf, v., Scherings Formalingasmethode. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **1**, 1898, S. 85.

[7]) Neger, Über Desinfektion von Saatgut mittels Formaldehyddämpfen. Ebenda S. 84.

[8]) Tubeuf, v., Studien über die Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung. Arb. Biolog. Reichsanstalt **2**, 1902, S. 258.

schlecht, daß dieser Forscher es nicht für zweckmäßig hielt, weitere Versuche mit Formaldehydgas durchzuführen. Zu ebenfalls negativen Ergebnissen führten die Untersuchungen von David[1]), Wheeler[2]) und Reynolds[3]). Es muß deshalb überraschen, daß in neuerer Zeit Davidoff[4]) die Gasbeize mit Formaldehyd empfohlen und sogar einen besonderen Apparat zu ihrer Durchführung beschrieben hat. In eigenen, unveröffentlichten Versuchen konnten die Angaben dieses Autors aber ebenfalls nicht bestätigt werden, so daß der Standpunkt von Hollrung[5]), daß die Gasbeize für Zwecke der Getreideentbrandung nicht in Frage kommt, sicherlich nach wie vor zu Recht besteht. In diesem Sinne sprechen auch die ausnahmslos negativen Ergebnisse der mit anderen Gasen und verschiedenen Brandpilzen durchgeführten Versuche von Kellermann und Swingle[6]) (Schwefelkohlenstoff, Ammoniak, Chloroform), von Clinton[7]) (Schwefelkohlenstoff) und von Wheeler[2]) (Schwefelkohlenstoff, Ammoniak, Chloroform).

Trotzdem kann es keinem Zweifel unterliegen, daß dem Gasdruck unserer Beizmittel eine Bedeutung für den Beizeffekt zukommt. In diesem Sinne sprechen vor allem auch die schon weiter oben erwähnten besseren oder tieferen Wirkungen solcher Quecksilberbeizmittel, die durch hohen Gasdruck ausgezeichnet sind. Nur liegen diese Wirkungen auch hier genau wie beim Formaldehyd nur vor, wenn die Stoffe in wäßrigen Lösungen zur Anwendung kommen. Es soll nicht geleugnet werden, daß giftige Gase bei genügend langer Einwirkung Saatgut und Sporen schließlich doch beeinflussen und eine Lagerbeizwirkung ausüben können, aber eine Gasbeize läßt sich auf Grund dieser langsamen und im einzelnen unberechenbaren Wirkung nicht schaffen.

c) Die Beizung der verschiedenen Sämereien

Getreide

Durch chemische Beizung können bekämpft werden:

bei Roggen: Roggenstengelbrand und Schneeschimmel,
bei Weizen: Steinbrand,
bei Gerste: Gerstenhartbrand und Streifenkrankheit,
bei Hafer: Haferflugbrand und gedeckter Haferbrand.

Der Maisbrand läßt sich durch Saatgutbehandlung nicht bekämpfen, wohl aber wird Beizung empfohlen, um die Verschleppung des Maisbrandes in Gegenden, in

---

[1]) David, St., Zur Frage der Wirkung des Formaldehydes auf die Getreidesamen und Brandsporen. (Russ.) Dissertation Dorpat 1900.

[2]) Wheeler, W. A., Preliminary experiments with vapor treatments usw. Bull. Exp. Station Dakota Nr. 89, 1904.

[3]) Reynolds, M. H., Prevention of bunt in wheat. Agric. Gazette New South Wales **24**, 1913, S. 461.

[4]) Davidoff, A new method for the Disinfection of seeds. Plant Protection Leningrad **8**, 1931, S. 415.

[5]) Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. Kühn-Archiv **8**, Berlin 1919, S. 266.

[6]) Kellermann u. Swingle, Additional experiments and observations on oat smut. Bull. No. 15. Exp. Stat. Kansas 1890.

[7]) Clinton, The smuts of Illinois agricultural plants, Bull. No. 57, Exp. Station Illinois 1900, S. 289.

denen bisher kein Mais angebaut wurde und dementsprechend kein Maisbrand vorhanden war, zu verhindern.

Zur Bekämpfung der vorstehend angeführten Krankheiten werden vor allem Universalbeizmittel auf Quecksilbergrundlage verwendet. Andere Beizmittel, wie Kupferpräparate, Formalin und Tritisan, wirken meist nur gegen Weizensteinbrand. Gewisse Unterschiede des Wirkungsgrades auf die verschiedenen Krankheitserreger liegen allerdings auch bei den Hg-Beizmitteln vor; so läßt vor allem die Wirksamkeit auf den Haferflugbrand oft zu wünschen übrig, dessen Keime zwischen Spelzen und Korn sitzen, so daß die wirksamen Substanzen während ihres Eindringens in die Spelzen von diesen durch Adsorptionsvorgänge vorzeitig festgehalten werden können. Bei schwerem Haferflugbrandbefall empfiehlt sich deshalb die Tauchbeize mit Formalinlösungen.

Eine bisher ungelöste Frage ist weiter die Bekämpfung des sogenannten Zwergsteinbrandes, bei dem es zur Verzwergung der befallenen Pflanzen kommt. Hier scheint die Beizung weitgehend zu versagen. Ob es richtig ist, daß es sich bei der Verbreitung des Zwergsteinbrandes ausschließlich um Bodeninfektionen handelt [Holton[1]), Warmbrunn[2])], erscheint noch nicht restlos bewiesen, seit wir mit der Möglichkeit rechnen müssen, daß es quecksilberresistente Steinbrandstämme gibt.

Wirtschaftlich ist die chemische Beizung des Getreidesaatgutes von außerordentlicher Bedeutung. Seit undenklichen Zeiten finden wir Angaben über Schädigungen der Ernte durch Getreidebrand. Diese Schäden lassen sich zahlenmäßig ohne weiteres feststellen; bei Unterlassung der Beizung kann der Steinbrandbefall auf mehr als 50% ansteigen. Bei Schneeschimmel kann es zur Vernichtung des Roggens auf weiten Flächen kommen; Streifenkrankheit kann ebenfalls bis zu 100% die Gerstenernte vernichten. Die Schäden durch Haferflugbrand erreichen meistens einen prozentual geringeren Umfang.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Beizung in den letzten Jahrzehnten an Bedeutung gewonnen hat und daß wir uns z. B. Weizenbau ohne Beizung heute kaum vorstellen können. Während früher die Verwendung von Saatgut aus brandfreien Beständen eine weitgehende Sicherheit für Brandfreiheit bot, ist dies heute nicht mehr der Fall; der Maschinendrusch sorgt in besonderer Weise für die allgemeine Verbreitung der Brandsporen, so daß die Beizung des maschinengedroschenen Saatgutes eine unbedingte Notwendigkeit wird. Praktisch wird die Beizung heute in weitem Umfang durch amtlich kontrollierte Lohnsaatbeizstellen durchgeführt, um deren Entwicklung sich in Deutschland Spieckermann[3]) besonders verdient gemacht hat.

Daß Reste des mit giftigen Beizmitteln behandelten Saatgutes nicht zur menschlichen Ernährung verwendet werden dürfen, versteht sich von selbst. Zur Fütterung an Tiere sollte das gebeizte Saatgut nur nach sorgfältigem Waschen

---

[1]) Holton, Bamberg u. Woodward, Progress in the study of dwarf Bunt usw. Phytopathology **39**, 1949, S. 986.

[2]) Warmbrunn, K., Untersuchungen über den Zwergsteinbrand. Diss. Hohenheim 1950.

[3]) Spieckermann, Warum brauchen wir eine amtliche Überwachung der Lohnsaatbeizung? Landw. Ztg. f. Westfalen u. Lippe **90**, 1933, S. 691.

und Rücktrocknen und möglichst nach Vermischen mit anderem Futter verwendet werden [Nieber[1]), Raatz[2]), Siegwardt[3]), Rothes u. Havermann[4])]. Für Hühner scheint gebeiztes Getreide verhältnismäßig harmlos zu sein; bei größeren Tieren, insbesondere Wiederkäuern, ist dagegen besondere Vorsicht am Platze.

Stock und Zimmermann[5]) haben nachgewiesen, daß mit quecksilberhaltigen Mitteln gebeiztes Getreide Pflanzen liefert, deren Körner Spuren von Quecksilber enthalten. Die Mengen sind jedoch so minimal, daß gesundheitliche Bedenken gegen die Verwendung von Quecksilberbeizmitteln nicht vorliegen [Schirmer[6])].

Rübensamen

Die Rübensamenbeizung ist auch heute noch ein umstrittenes Problem. Es liegt dies zum großen Teil daran, daß der Wurzelbrand der Rüben, um dessen Bekämpfung es bei der Rübenbeizung geht, nicht nur durch die dem Saatgut anhaftende und darum durch Beizung bekämpfbare *Phoma betae*, sondern auch durch andere Pilze zustande kommt, wie *Pythium* de *Baryanum* und *Aphanomyces laevis*, die vom Erdboden aus die jungen Pflanzen infizieren [Schmidt[7]), Busse und Peters[8])].

Die Beurteilung der Rübenbeize ist verschieden, je nachdem ob von Laboratoriums- und Gewächshausversuchen ausgegangen wird oder ob die Ergebnisse von Feldversuchen zugrunde gelegt werden, in denen der Schwerpunkt auf die Ertragshöhe gelegt ist. Plaut[9]) hatte noch 1926 unter Hinweis auf die ebenfalls negativen Feststellungen von Arrhenius[10]) von der Rübensamenbeizung abgeraten: „Ertrags- und Zuckersteigerungen finden durch Beizung weder durch Trockenbeizen noch durch Formalindampfvergasung statt." 1929 veröffentlichte dann der gleiche Autor [Plaut[11])] Versuchsergebnisse und Bilder, die ganz klar die guten Erfolge einer Rübensamenbeizung veranschaulichen und pflichtet da-

[1]) Nieber, Beitrag zur Frage der Schädlichkeit gebeizten Getreides usw. Dissertation 1925.

[2]) Raatz, Futterversuche mit trockengebeiztem Getreide. Arb. Landw. Kammer Prov. Sachsen **47**, 1926, S. 233.

[3]) Siegwardt, Darf mit der Trockenbeize Tillantin gebeizter Weizen an Haushühner verfüttert werden? Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **7**, 1927, S. 77.

[4]) Rothes u. Havermann, Versuche über Verfütterungsmöglichkeit usw. Nachr. über Schädlingsbekämpfung **14**, 1939, S. 47.

[5]) Stock u. Zimmermann, Geht Quecksilber aus Saatgutbeizmitteln in das geerntete Korn und in das Mehl über? Ztschr. Angew. Chemie **41**, 1928, S. 1336.

[6]) Schirmer, Geht das Quecksilber aus Saatgutbeizmitteln in das Getreide über? Umschau **35**, 1931, S. 1007.

[7]) Schmidt, E. W., Das Beizen des Zuckerrübensamens. Deutsche Zuckerindustrie, 1928.

[8]) Busse u. Peters, Über die Erreger des Wurzelbrandes. Arb. aus der Biolog. Reichsanstalt **8**, 1931, S. 211.

[9]) Plaut, Menko, Beiz- und Stimulationsversuche mit Zuckerrübensamen und Getreide. Zeitschr. f. Pfl.-Krankheiten **36**, 1926, S. 321.

[10]) Arrhenius, Medelse Nr. 277 fran Centralanstalten for forsoksvasendt pa jordbrucksomadet, Avdelningen for lantbruksbotanik Nr. 35, Stockholm 1925.

[11]) Plaut, Menko, Altes und Neues zu Beizfragen, speziell der Rübensaat. Züchter **1**, 1929, S. 92.

mit denjenigen Autoren bei, die sich für die Rübensamenbeizung einsetzen [Peters[1]), Grotkass[2]), Molz[3]), Terényi[4]) u. a.].

Hauptgegner der Rübensamenbeizung sind auf Grund negativ ausgefallener Ertragsbestimmungen gebeizter und ungebeizter Rübenparzellen Stehlik und Neuwirth[5]). Es muß aber berücksichtigt werden, daß Ertragsbestimmungen oft kein klares Bild ergeben; das kann aber schon deshalb nicht anders sein, weil das Verziehen der Rüben etwaige günstige Auswirkungen der Beizung verhindern kann [Peters[1])]. Wenn von 2 Millionen Keimpflanzen je ha etwa 1,9 Millionen beim Verziehen entfernt werden [Becker-Dillingen[6])], so können frühere Verluste durch *Phoma*-Befall so lange kaum in Erscheinung treten, als sie sich über die Auflauffläche gleichmäßig verteilt hatten. Eindeutige Ergebnisse sind weiter auch deshalb nicht immer zu erwarten, weil äußere Faktoren, wie Temperatur und Niederschläge, die Geschwindigkeit der Keimentwicklung und damit des Befalls beeinflussen. Auch die Ernährungsverhältnisse sind von Bedeutung; Gäumann[7]) konnte durch eine geeignete Volldüngung den Wurzelbrandbefall wesentlich herabsetzen.

Auf keinen Fall können negative Ergebnisse von Ertragsversuchen als Beweis dafür angesprochen werden, daß der Beizung nicht unter bestimmten Verhältnissen doch Bedeutung zukommt. An der allgemeinen Verbreitung und der Schädlichkeit der *Phoma*-Keime am Rübensaatgut besteht kein Zweifel, ebensowenig daran, daß diese Keime durch geeignete Beizung unterdrückt werden. Es ist deshalb durchaus verständlich, daß Praxis und maßgebende Rübensamenzüchter an der Rübenbeizung festhalten und daß in vielen Ländern von den Rübenanbauern die Lieferung gebeizter Rübensaat verlangt wird.

Hülsenfrüchte

Keimung und Auflaufen der meisten Hülsenfrüchte werden durch Beizung günstig beeinflußt. Es gilt dies insbesondere für Erbsen und Bohnen [Neuer[8]), Hanow[9]), Bonne[10]), Peters[11]) u. a.]. Bei Erbsen handelt es sich vor allem

---

[1]) Peters, L., Rübenwurzelbrand und Saatgutbeize. Deutsche Zuckerindustrie 1924, Nr. 36.

[2]) Grotkass, R. E., Die Notwendigkeit der allg. Einführung der Beizung von Zuckerrübensamen. Centralbl. f. d. Zuckerindustrie 1928, Nr. 25.

[3]) Molz, E., Über die Beizbehandlung des Saatgutes, insbesondere des Rübensamens. Centralbl. f. d. Zuckerindustrie **37**, 1929.

[4]) Terényi, A., Die Bekämpfung des Wurzelbrandes der Zuckerrübe. Pflanzenbau **5**, 1929, Nr. 21/22.

[5]) Stehlik, V. und Neuwirth, F., Soll man den Rübensamen stimulieren und gegen Wurzelbrand beizen? Zeitschr. Zuckerindustrie d. Čsl. Republik **51**, 1926/27, S. 435, und **53**, 1928/29, S. 181.

[6]) Becker-Dillingen, Handb. d. Hackfruchtbaues und Handelspflanzenbaues. Berlin 1928.

[7]) Gäumann, E., Über die Bekämpfung des Wurzelbrandes der Zuckerrübe. Landw. Jahrb. d. Schweiz **42**, 1928, S. 571.

[8]) Neuer, H., Beizversuche zu Erbsen. Nachr. über Schädlingsbekämpfung **4**, 1929, S. 18.

[9]) Hanow, Erbsenbeizversuche. Ebenda **4**, 1929, S. 22. — Ders., Steigerung von Keimfähigkeit und Triebkraft durch Trockenbeizen usw. Ebenda **7**, 1932, S. 20.

um die Bekämpfung von *Ascochyta pisi*, bei Bohnen um *Gloeosporium Lindemuthianum*. Beizung ist hier, insbesondere bei früher Aussaat, unbedingt anzuraten, weil hier die Samen sehr zögernd oder auch gar nicht zur Keimung kommen, während die Pilze schon die Möglichkeit haben, sich zu entwickeln [Schmidt[1])]. Weitere ausgezeichnete Wirkungen erzielte Gassner in unveröffentlichten Untersuchungen bei der Beizung von Sojabohnen. Über Lupinenbeizung berichten u. a. Eichinger[2]) und Frohberg[3]).

Als Beizmittel für Hülsenfrüchte kommen in erster Linie die oben erwähnten Universalbeizmittel auf Quecksilbergrundlage in Frage. Bevorzugt werden vielfach Trockenbeizmittel, jedoch gibt auch die Naßbeize gute Erfolge. Nach Becker-Dillingen[4]) bietet bei Bohnen die Tauchbeize gegenüber der Trockenbeize deutliche Vorteile, weil sie gleichzeitig das Auslesen von unreifen und verletzten Bohnen gestattet. Bei der Dosierung der Beizmittel ist allgemein zu berücksichtigen, daß die einzelnen Sorten verschieden beizempfindlich sein können.

Samen von Gemüse- und Zierpflanzen

Wenn heute in großem Umfang Samen von Gemüse- und Zierpflanzen gebeizt werden, so ist dies in erster Linie wohl auf die lebhafte Propaganda der Pflanzenschutzmittelfabriken zurückzuführen. Wenn auch zugegeben werden soll, daß die Beizung in bestimmten Fällen eine günstige Wirkung ausübt, so muß doch andererseits gesagt werden, daß der Nachweis der Unterdrückung von Krankheitserregern durch Beizung bei den meisten Gemüse- und Zierpflanzensämereien noch gar nicht erbracht ist. Das muß schon deshalb so sein, weil wir bei diesen über das Vorkommen von parasitären Krankheitserregern, die nachweislich durch das Saatgut verschleppt werden, auch heute noch recht unzulänglich unterrichtet sind. Was wir wissen und auch würdigen müssen, ist vor allem die Tatsache, daß die Beizung weitgehend das störende Auftreten von Schimmelpilzen und anderen Saprophyten, auch von Bakterien, im Keimbett einzuschränken vermag. Auf welchem Wege aber das nach Beizung häufig zu beobachtende bessere und gleichmäßigere Auflaufen zurückzuführen ist, bedarf noch der Klärung.

Immerhin liegen auch bei Gemüsesamen Untersuchungen über die Bekämpfung von Infektionskrankheiten durch Beizung vor; so werden in Amerika Kohlsamen gegen Schwarzbeinigkeit (*Phoma lingam*) gebeizt [Walker[5]), Chupp[6])]. Pape[7])

---

[10]) Bonne, C., Auch Viktoria-Erbsen müssen vor der Aussaat gebeizt werden. Mitteilungen f. d. Landw., 1940, Heft 8.

[11]) Peters, Das Beizen v. Bohnensaatgut. Deutscher Erwerbsgartenbau Nr. 21, 1925.

[1]) Schmidt, Herta, Samenbeizung. Wiesbaden 1943.

[2]) Eichinger, Zur Beizung des Lupinensaatgutes. Deutsche Landw. Presse **50**, 1923, S. 119.

[3]) Frohberg, Das Beizen der Saatlupinen usw. Märkischer Landwirt **4**, 1923, S. 133.

[4]) Becker-Dillingen, Die Beizung des Gemüsesaatgutes. Der märkische Landwirt Nr. 18, 1927.

[5]) Walker, Seed treatment and rainfall in relation to the control of cabbage black-leg. U. S. Dept. Agric., Bull. 1029, 1922.

[6]) Chupp, Combating diseases of vegetables. Cornell Extens. Bull. 171, 1928.

[7]) Pape, H., Die Alternariakrankheit der Zinnie und ihre Bekämpfung. Angew. Botanik **24**, 1942, S. 61.

behandelt die Bekämpfungsmöglichkeiten von *Alternaria* auf *Zinnia* durch Beizung, H. Schmidt[1]) prüft die Beizwirkung auf künstlich infizierte Gemüsesamen. Wenn wir nun aber die Gesamtheit der Literatur auf dem Gebiet der Beizung von Gemüse- und Zierpflanzensamen überblicken, so müssen wir doch sagen, daß sich die Mehrzahl der Untersuchungen einseitig mit der Frage befaßt, ob und in welchen Konzentrationen bzw. Aufwandmengen die für andere Zwecke, insbesondere die Getreidebeizung, ausgearbeiteten Beizmittel das Keimverhalten der Samen ungünstig zu beeinflussen vermögen. Muller[2]), Zimmermann[3]), Jozefowicz[4]) u. a. behandeln ausführlich die offensichtlich verhältnismäßig hohe Beizempfindlichkeit von Tomatensamen. Gante und Zimmer[5]) prüfen das Keimverhalten einer größeren Zahl von Gemüse- und Zierpflanzensamen nach Beizbehandlung. Die Unschädlichkeit einer Behandlung von Spinatsamen mit Kupferoxyd und Zinkoxyd — beide als Trockenbeizmittel angewendet — wird von Erwin und Crandall[6]) und von Horsfall[7]) dargelegt. Niethammer[8]) strebt eine „Bearbeitung der Grundlagen der Gemüsesamenbeizung" durch eine Prüfung der Zusammenhänge zwischen Beizempfindlichkeit und anatomischen Bauverhältnissen der Samen an. Behr[9]) beschränkt sich auf die Untersuchung der Wirkung übernormaler Dosen von Beizmitteln auf den Keimvorgang von Gurkensamen.

Diese Unzulänglichkeit der bisherigen Untersuchungsweise ist bereits von verschiedenen Seiten hervorgehoben. Bremer[10]) sagt 1932 anläßlich eigener Untersuchungen über die Wirkung von Beizmitteln auf die Keimung von Tomatensamen, daß die Wirkung dieser Mittel auf Tomatenkrankheiten, die mit dem Saatgut übertragen werden können, bisher überhaupt noch nicht untersucht sei. Kurz darauf fordert auch Winkelmann[11]) Untersuchungen, „ob und welche Krankheiten durch Beizung bekämpft werden können".

Die Mängel der bisherigen Arbeiten über den Wert der Beizung für Gemüse- und Zierpflanzensamen sind besonders klar von Herta Schmidt[12]) erkannt,

---

[1]) Schmidt, Herta, Beitrag zur Kenntnis der Wirkung von Beizmitteln auf künstlich infizierte Gemüsesamen. Gartenbauwissenschaft **12**, 1938, S. 89.

[2]) Muller, H. R. A., Onderzoekingen naar den invloed usw. Landbouwhochschool Wageningen, Nr. 2, 1925.

[3]) Zimmermann, F., Untersuchungen über die Beeinflussung der Keimung von Tomatensamen usw., Gartenbauwissenschaft **2**, 1929, S. 79.

[4]) Jozefowicz, The effect of certain treatments on the germination of tomato seeds. Ann. of appl. Biology **17**, 1930, S. 504.

[5]) Gante, Th. u. Zimmer, R., Einige Beizversuche mit Gemüse- und Zierpflanzensämereien. Gartenbauwissenschaft **8**, 1934, S. 609.

[6]) Erwin and Crandall, Seed treatment studies of spinach. Phytopath. **24**, 1934, 8.

[7]) Horsfall, J. G., Zinc oxide as a seed and soil treatment for damping-off. New York St. Agric. Exp. Stat., Bull. **650**, 1934.

[8]) Niethammer, A., Beizversuche und anatomisch-chemische Studien mit den Samen des Wirsingkohles. Zeitschr. f. Pflanzenkrankhtn. **41**, 1931, S. 149.

[9]) Behr, L., Die Wirkung übernormaler Dosen usw. Züchter **17/18**, 1946, S. 44.

[10]) Bremer, H., Zur Frage der Beizung von Tomatensaatgut. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst Nr. 1, 1932.

[11]) Winkelmann, A., Zur Frage der Gemüsesamenbeizung. Mittlg. d. D.L.G. 1933, S. 246.

[12]) Schmidt, Herta, Weitere Beizversuche an gärtnerischem Saatgut. Landw. Jahrbuch **90**, 1940, S. 697. — dies., Samenbeizung. Wiesbaden 1943.

die auch gleichzeitig Vorschläge zur Behebung dieser Mängel macht. Als „Testkrankheiten" zur Prüfung der Wirkung von Beizmitteln auf Gemüsesamen schlägt H. Schmidt die Gurkenkrätze (*Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth.) und die Anthraknose an Gurken (*Gloeosporium lagenarium* Sacc. et Roum.) vor. Wenn infizierte Samen gebeizt und ungebeizt nebeneinander zur Aussaat gebracht werden, läßt sich der Erfolg der Beizung auf den Pilz nach fünf bis elf Tagen erkennen. Ob es aber möglich ist, aus solchen Versuchen an Gurkensamen auf den Wert der Beizmittel für andere Pilze und Samen zurückzuschließen, muß erst noch bewiesen werden. Auf jeden Fall wird es noch sehr langwieriger Untersuchungen bedürfen, bis wir in der Frage der Beizung von Gemüse- und Zierpflanzensamen die gleiche Klarheit besitzen wie etwa bei Getreide.

Samen von Faserpflanzen

Für die Beizung von Leinsamen kommt in erster Linie oder ausschließlich das Trockenbeizverfahren in Frage [Schirmer[1]), Schilling[2])]. Die Tauchbeize scheidet aus, weil die als Quellschicht ausgebildete Oberhaut der Samenschale ein völliges Verkleben der Samen und eine unerwünscht starke Speicherung der wirksamen Beizsubstanzen bewirkt [Gentner[3])]. Auch das Kurzbeizverfahren erscheint weniger geeignet als die Trockenbeize [Schirmer[1]), Schilling[2])]. Nach Ratt[4]) steigert Beizung des Leinsaatgutes die Jugendentwicklung der Pflanzen und damit die Ertragsfähigkeit, während gleichzeitig beschädigte und minderwertige Samen gehemmt werden, so daß die Beizung gewissermaßen „ein biologisches Sieb" darstellt. In Versuchen von Jegorow[5]) wird darauf hingewiesen, daß der Zeitpunkt der Beizung vor der Aussaat je nach Präparat verschieden gewählt werden muß.

Während die Leinbeizung der Bekämpfung von bestimmten Leinkrankheiten dient, liegen über die Bedeutung der Beizung von Hanfsaat für die Beseitigung von Hanfkrankheiten bisher keine Unterlagen vor. Eine solche Beizung wird vor allem von Bredemann[6]) vorgeschlagen, um eine Erhöhung der Keimkraft von Hanfsamen zu erreichen.

Besondere Bedeutung hat die Beizung von Baumwollsamen erlangt; sie dient der Bekämpfung parasitischer Pilze (*Rhizoctonia*) und Folgeparasiten (*Fusarium*-Arten, *Rhizopus* u. a.) sowie von *Bacterium malvacearum*. In erster Linie wird konzentrierte Schwefelsäure verwendet [Sherbakoff[7]), Archibald[8]),

---

[1]) Schirmer, Pilzkrankheiten des Flachses. Deutsche Landw. Presse **53**, 1926, S. 428.

[2]) Schilling, Zur Frage der Trockenbeizung von Leinsaat. Faserforschung **6**, 1927, S. 105.

[3]) Gentner, Bayerische Leinsaaten. Faserforschung **3**, 1923, S. 277.

[4]) Ratt, A., Beizungsversuche mit Leinsaatgut. Mitt. Phytopath. Versuchsstation Tartu Nr. 53, Agronoomia Nr. 7, 1939, S. 520.

[5]) Jegorow, G. M., Über die Beizungszeit der Leinsamen mit erprobten fungiziden Mitteln. Arb. Weißruss. Landw. Inst., N. F. **8**, 1940, S. 129.

[6]) Bredemann, G., Versuche über Erhöhung der Keimkraft unserer Hanfsaat durch Beizung. Faserforschung **2**, 1922, S. 58.

[7]) Sherbakoff, A modified method of delinting cotton seed usw. Phytopathology **17**, 1927, S. 189.

[8]) Archibald, Sulfuric acid treatment of cotton seed. Ebenda **23**, 1933, S. 1.

Bain[1])]. Auch moderne Trockenbeizmittel sind für die Beizung von Baumwollsaatgut in Vorschlag gebracht [Tilemans[2]), Forsteneichner[3])]; sie sind jedoch nach Dodoff und Jlieff[4]) weit weniger wirksam als die Behandlung mit Schwefelsäure, die in den Jahren 1935 und 1936 in Bulgarien ganz unvergleichlich höhere Ertragssteigerungen brachte als Ceresan-Trockenbeize.

Samen sonstiger Pflanzen

Es gibt wohl wenig Kulturpflanzen, deren Samen nicht schon, zum mindesten versuchsweise, gebeizt wären, sei es, um bestimmte, durch das Saatgut verbreitete Krankheitskeime zu beseitigen, sei es auch nur, um die Keimkraft zu verbessern und einen guten Keimverlauf zu sichern. In vielen Fällen konnte in der Tat eine günstige Wirkung in diesem oder jenem Sinne festgestellt werden. So hat die Beizung von Tabaksamen in Amerika zur Bekämpfung der „wildfire"-Krankheit (*Pseudomonas tabaci*) Eingang gefunden. Mit der Beizung von Tabaksamen, insbesondere von *Nicotiana rustica*, gegen die Brennfleckenkrankheit des Tabaks (*Colletotrichum spec.*) hat sich in eingehenden Versuchen Böning[5]) beschäftigt und nachgewiesen, daß Quecksilberbeizmittel und vor allem Silbernitrat die Zahl der im Keimbett erkrankten Sämlinge ganz wesentlich, in einer im einzelnen mitgeteilten Versuchsreihe von 55% bis auf 0%, herabsetzen. Man kann also durch Beizung die Samen zum größten Teil von den anhaftenden, zum Teil wohl auch von den eingedrungenen Krankheitskeimen des Brennfleckenpilzes befreien. Auf jeden Fall wird die Zahl der primär erkrankten Pflanzen in den Saatbeeten und damit die Zahl der Ansteckungsherde erheblich verringert. Die bisherigen Versuche sind nur mit der Tauchbeize durchgeführt; es dürfte jedoch wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß sich mit Trockenbeize in Form einer geeigneten Überschußbeize ebenfalls gute Erfolge erzielen lassen würden.

Die Beizung von Mohnsamen zur Bekämpfung der parasitären Blattdürre (*Helminthosporium papaveris*) ist Gegenstand bisher unveröffentlichter Untersuchungen von Gassner. Danach kann man durch geeignete quecksilberhaltige Naß- und Trockenbeizen einem Auftreten des Pilzes während des Keimprozesses der Samen mit Sicherheit vorbeugen. Da jedoch das Myzel des Pilzes vielfach schon im Innern befallener Samen anzutreffen ist, läßt sich aber anscheinend ein Dauerschutz nicht erreichen.

Besonders schwierig gestaltet sich nach ebenfalls bisher unveröffentlichten Unterlagen des gleichen Autors die Beizung von Seradellasamen gegen *Gloeosporium*; die im Handel befindlichen Beizmittel erwiesen sich als nicht aus-

---

[1]) Bain, Douglas C., Einfluß der Schwefelsäurebehandlung auf die Pilze und Bakterien der Baumwollsamen erkrankter Früchte. Phytopathologie **19**, 1939, S. 879.

[2]) Tilemans, Les influences de la désinfection usw. Bull. Agric. du Congo Belge **21**, 1930, S. 833.

[3]) Forsteneichner, F., Beizversuche mit den Trockenbeizmitteln Tillantin R und Ceresan. Nachr. über Schädlingsbekämpfung **5**, 1930, S. 136.

[4]) Dodoff u. Ilieff, Behandlung der Baumwollsamen mit Schwefelsäure. Zemledelie Nr. 9, 1938, S. 134.

[5]) Böning, K., Die Bekämpfung der Brennfleckenkrankheit des Tabaks usw. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **10**, 1932, S. 89.

reichend wirksam; nur mit entsprechend dosierten hochwirksamen Methyl-Hg-Verbindungen konnte ein befriedigender Erfolg erzielt werden.

Die Frage der Zweckmäßigkeit einer chemischen Beizung von Gehölzsamen ist noch ungeklärt. Die von Baudys[1]) und Schmidt[2]) mit Koniferensamen durchgeführten Versuche ließen keine Besserung „verlorener Samenfrische oder ungünstiger Keimumstände" erkennen. Samen verschiedener Laubgehölze wurden von Bauer[3]) gebeizt, allerdings weniger, um parasitische Pilze zu bekämpfen, als um die ausgelegten Samen vor Mäusen zu schützen.

Im übrigen bedarf die Frage nach dem Wert einer Samenbeizung bei den verschiedensten Kulturpflanzen noch einer weiteren Bearbeitung, bevor sich ein endgültiges Urteil gewinnen läßt; es gilt dies insbesondere für die Samen von tropischen Kulturpflanzen. Ganz allgemein ist zu erwarten, daß zum mindesten das Auftreten saprophytischer Pilze und Bakterien im Keimbett durch eine geeignete Beizung stark eingeschränkt und damit eine Verbesserung des Keimverhaltens erzielt werden kann.

d) Die chemische Beizung von Knollen, Zwiebeln und Stecklingen

Knollen

Auf die Schwierigkeiten der Beizung von Knollen haben Schlumberger[4]) und später Braun[5]) hingewiesen. Während Samen zur Zeit der Beizung nur einen geringen Wassergehalt aufweisen und sich in einem ausgesprochenen Ruhezustand befinden, handelt es sich bei den Knollen um Pflanzenteile mit hohem Wassergehalt, die außerdem im Gegensatz zu Getreidekörnern nicht allseitig von einer schützenden Samenschale umgeben sind, sondern in den Knospen oder Augen weniger stark geschützte, aber für die Weiterentwicklung besonders wichtige, gleichzeitig aber auch besonders empfindliche Organe besitzen. Diese Empfindlichkeit weist außerdem je nach Sorte und Zeitpunkt der Behandlung außerordentliche Unterschiede auf; sie steigt im Frühjahr stark an, wenn die Augen mehr oder minder ausgetrieben sind. Schon aus diesen Gründen muß sich das Problem der Knollenbeizung wesentlich schwieriger und komplizierter gestalten als das der Samenbeizung.

Viele Schwierigkeiten lassen sich vermeiden, wenn die Beizung nicht vor der Aussaat im Frühjahr, sondern schon im Herbst, also zur Zeit des tiefsten Ruhezustandes der Knollen, vorgenommen und das Tauchverfahren bevorzugt wird. Die Verwendung von Trockenbeizmitteln erscheint weniger geeignet, weil sich der Beizstaub oder Bolus an den vertieft liegenden Stellen ansammelt und hier in unberechenbarer Weise nachwirken kann.

---

[1]) Baudys, Bericht über die Tätigkeit usw. Zeitschr. f. Pflanzenkrankht. **36**, 1926, S. 320.

[2]) Schmidt, Werner, Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut. Berlin 1930.

[3]) Bauer, Das Beizen von Gehölzsamen. Gartenwelt **31**, 1924, S. 705.

[4]) Schlumberger, Tagesfragen zur Kartoffelbeizung. Mitt. Deutsch. Landw. Ges. 1924, S. 236 u. 257.

[5]) Braun, H., Die Bekämpfung von *Hypochnus solani* P. u. D. (Rhizoctonia solani K.) durch Beizung. Inaug. Diss. Berlin 1925.

Die ersten Versuche zur Beizung von Kartoffelknollen gehen in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück und wurden durch die schweren *Phytophthora*-Epidemien dieser Zeit ausgelöst. So ist es verständlich, daß Kühn[1]) 1859 Kupfervitriol für die Kartoffelbeizung empfiehlt. In den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts hat dann Frank[2]) die Frage der Kartoffelbeizung erneut aufgegriffen und dabei die Bekämpfung des Schorfes und der Schwarzbeinigkeit in den Vordergrund gestellt; er verwendete außer der Bordelaiser Brühe zum ersten Male auch Sublimatlösungen. Es vergingen jedoch noch zwei Jahrzehnte, bis der Kartoffelbeizung auch bei uns — wenn auch nur vorübergehend — wieder größeres Interesse entgegengebracht wurde. In der Zwischenzeit hatten sich amerikanische Forscher weiter mit der Kartoffelbeizfrage beschäftigt. Zur Schorfbekämpfung wurde von Bolley[3]) 1891 Sublimat und von Arthur[4]) 1897 Formaldehyd in Vorschlag gebracht. Beide Mittel wurden dann später weitgehend und mit wechselndem Erfolg auch für *Hypochnus solani* herangezogen [Gloyer[5]), Melhus und Gilman[6]) u. a.]. Auch in Holland wurde zeitig der Bekämpfungsmöglichkeit von Kartoffelkrankheiten durch Beizung besondere Aufmerksamkeit geschenkt [Quanjer[7]), Westerdijk[8])].

In Deutschland trat erst in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts die Frage der Kartoffelbeizung erneut in den Vordergrund, um dann allerdings sehr bald wieder an Interesse zu verlieren. Die 1918 von Hiltner[9]) berichtete gute Wirkung einer Sublimatbeize auf geschnittene Saatkartoffeln berührt noch nicht das eigentliche Beizproblem. 1923 veranlaßte dann die Biologische Reichsanstalt[10]) umfangreiche Versuche, die nach einem einheitlichen Versuchsplan an den verschiedensten Stellen in Deutschland durchgeführt wurden. In diesen Versuchen kamen quecksilberhaltige Beizmittel als Naß- und Trockenbeize (Bolus) zur Anwendung. Über die Ergebnisse hat Schlumberger[11]) zusammenfassend berichtet. Danach ergaben sich weitgehend widersprechende Ergebnisse, die wenig-

---

[1]) Kühn, J., Krankheiten der Kulturgewächse. Berlin 1859.

[2]) Frank, A. B., Das Beizen der Saatkartoffeln. Zeitschr. f. Spiritus-Ind. **21**, 1898, S. 71. — Ders., Die Beizung der Saatkartoffeln. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **1**, 1898, S. 18.

[3]) Bolley, H. L., Potato scab and possibilities of prevention. Bull. 4, North-Dakota Stat., 1891.

[4]) Arthur, J. C., Formaldehyde for prevention of potato scab. Bull. 65, Ind. Stat., 1897.

[5]) Gloyer, W. O., The efficiency of formaldehyde in the treatment of seed potatoes for Rhizoctonia. New York, Agr. Exp. Stat., Bull. 370, 1913.

[6]) Melhus, J. E. and Gilman, J. C., Measuring certain variable factors in potato seed treatment experiments. Phytopath. **11**, 1921, S. 6.

[7]) Quanjer, H. M., Over de beteekenis van het pootgoed usw. Meded. voon de Rijks Hoogere Land-, Tuinen Boschbouwschool 1916, Deel 9, S. 94.

[8]) Westerdijk, J., Jaarsverlag 1915 Phytopath. Labor. „Willie Commelin Scholten", Amsterdam 1916.

[9]) Hiltner, L., Über die Wirkung einer Beizung geschnittener Saatkartoffeln. Prakt. Bl. f. Pfl.-bau u. Pfl.-schutz **16**, 1918, S. 26.

[10]) Biolog. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, Kartoffelbeizversuche. Illust. Landw. Ztg. **10**, 1923, S. 83.

[11]) Schlumberger, Tagesfragen zur Kartoffelbeizung. Mitt. Deutsch. Ldw. Ges. 1924, S. 236 und 257.

stens zum Teil auf Unterschiede der Beizempfindlichkeit der verschiedenen verwendeten Kartoffelsorten und Ungleichheiten in der Versuchsdurchführung zurückzuführen sind. Auf jeden Fall ergab sich ein völlig uneinheitliches Bild; bemerkenswert ist die Feststellung, daß die Ernteerträge durch Beizung nicht gefördert, sondern herabgedrückt wurden. Schlumberger[1]) kommt deshalb zu dem Schluß, daß „auf Grund der bisherigen Versuchsergebnisse eine allgemeine Durchführung der Kartoffelbeizung nicht empfohlen werden" kann. Dieses Urteil erscheint Schander und Richter[2]) auf Grund eigener Untersuchungen zur Beizfrage „noch reichlich milde", und auch Braun[3]) lehnt unter den bei seinen Untersuchungen „obwaltenden Verhältnissen, wenn nicht überhaupt" die Beizung als Bekämpfungsmaßnahme gegen *Hypochnus solani* ab.

Bei dieser ablehnenden Stellungnahme gegenüber der Kartoffelbeizung für Deutschland ist es auch in der Hauptsache bisher geblieben, so daß in der Beurteilung dieser wichtigen Frage zwischen Deutschland auf der einen und anderen Ländern, insbesondere Amerika, England und Holland, auf der anderen Seite ein Gegensatz besteht. Besonders stark entwickelt scheint die Kartoffelbeizung in Holland zu sein; die hier durchgeführten Arbeiten haben sogar zur Schaffung neuer Beizmittel auf der Basis organischer, insbesondere aliphatischer Hg-Verbindungen geführt. Nach Verhoeven[4]), Schouten[5]) u. a. sind diese neuen Mittel wirksamer und besser geeignet als Sublimat. Es ist von Interesse, daß Lepik[6]) in Tartu diese Feststellungen experimentell bestätigen konnte. Neuere deutsche Untersuchungen zur Kartoffelbeizfrage liegen nicht vor, so daß also der ablehnende deutsche Standpunkt auf fast 30 Jahre zurückliegenden Untersuchungen mit heute überholten Präparaten beruht.

Über die Zweckmäßigkeit einer Beizung von Batatenknollen [Layton[7])] läßt sich ebenfalls kein abschließendes Urteil fällen, während die Beizung von Gladiolenknollen unzweifelhaft günstige Wirkungen ausübt [Löbener[8]), White[9])].

Zwiebeln

Um den bei intensivem Anbau von Blumenzwiebeln unvermeidlichen Anstieg von Krankheiten zu vermeiden, werden in den Hauptgebieten von Holland,

---

[1]) Schlumberger, Tagesfragen zur Kartoffelbeizung. Mitt. Deutsch. Ldw. Ges. 1924, S. 236 und 257.

[2]) Schander, R. und Richter, K., Die Rhizoctonia-Keimfäule der Kartoffel und die Möglichkeit ihrer Bekämpfung durch Beizung. Angew. Bot. **6**, 1924, S. 408.

[3]) Braun, H., Die Bekämpfung von *Hypochnus solani P. u. D. (Rhizoctonia solani K.)* durch Beizung. Inaug. Diss. Berlin, 1925.

[4]) Verhoeven, W. B. L., Landbouwkundig Tijdskr. 1933, S. 761. Referat Zeitschr. f. Pflanzenkrkhtn. 1936, S. 374.

[5]) Schouten, A., Beizung der Pflanzkartoffeln mit Aretan. Nachr. über Schädlingsbekämpfung **11**, 1936, S. 123.

[6]) Lepik, E., Beitrag zur Beizung der Pflanzkartoffeln. Mitt. Phytopath. Versuchsstation Univ. Tartu Nr. 49, 1940.

[7]) Layton, Control of sweet potato stem rot. Phytopathology **20**, 1930, S. 116.

[8]) Löbener, Uspulun zum Beizen erkrankter Gladiolenzwiebeln. Nachrichtenbl. Landw. Abt. Bayern **3**, 1924, S. 83.

[9]) White, R. P., Mercury ammonium silicate as a Gladioluscorm treatment. Phytopathology **24**, 1934, S. 1122.

England und Nordamerika die Blumenzwiebeln nach Möglichkeit gebeizt; auch in Deutschland hat seit Jahren die Zwiebelbeizung Fuß gefaßt [Maier-Bode[1])]. Während früher Formaldehyd und Sublimat als Beizmittel gebraucht wurden, ist man später zur Anwendung besser wirkender und vor allem ungefährlicherer und für die Zwiebeln verträglicherer organischer Quecksilberverbindungen übergegangen. Verwendet werden heute außer den üblichen Quecksilberbeizmitteln auch Spezialpräparate, die unter verschiedenen Namen im Handel sind. Gebeizt wird überwiegend im Tauchverfahren; Trockenbeizen scheinen nicht immer geeignet zu sein.

Wie bei den Knollen muß auch bei der Beizung der Zwiebeln auf den Entwicklungszustand Rücksicht genommen werden. Die beste Zeit für die Beizung sind dort wie hier die Wochen kurz nach der Ernte, weil zu dieser Zeit der Wurzelkranz der Zwiebeln noch in Ruhe ist, so daß Schädigungen durch die Beizung nicht zu befürchten sind. Wird die Beizung erst kurz vor dem Auspflanzen der Zwiebeln vorgenommen, muß das Pflanzgut sofort nach der Beizung ausgepflanzt werden, damit es nicht zu Störungen der Wurzelbildung kommt.

Bekannt ist die gute Wirkung einer chemischen Beizung gegen die Sklerotienkrankheit der Tulpe (*Rhizoctonia tuliparum*); die Zwiebeln werden dabei auf mehrere Stunden in einen mit Beizlösung gefüllten Bottich getaucht [Slogteren und Thomas[2])]; als Beizmittel kommen Formaldehyd und quecksilberhaltige Beizmittel in Betracht. Sehr wichtig und unentbehrlich ist die Verwendung von Beizmitteln vor allem in solchen Fällen, in denen eine Warmwasserbehandlung zur Bekämpfung tierischer Schädlinge an Hyazinthen- und vor allem Narzissenzwiebeln erforderlich ist (vgl. S. 371). Es hat sich nun gezeigt, daß bei Verwendung eines einfachen Warmwasserbades von 43,5° C wohl die tierischen Schädlinge abgetötet werden, daß dabei aber gleichzeitig bekannte Pilze in ihrer Entwicklung geradezu gefördert werden. Diese höchst unerwünschte Nebenwirkung unterbleibt, wenn dem Wasser ein geeignetes Fungizid zugesetzt wird [Weiß[3])]. Auch van Slogteren[4]) empfiehlt ein solches Verfahren zur gleichzeitigen Bekämpfung von Nematoden und des Bolrot der Narzissen durch ein mit Uspulun oder Germisan versehenes Warmwasserbad von 43,5°.

Stecklinge und junge Pflanzen

Auch Stecklinge und junge Pflanzen können gebeizt werden. So wurde vorgeschlagen [Linke[5])], junge Hopfenfechser 10 bis 15 Minuten in Kupferkalk-

---

[1]) Maier-Bode, Blumenzwiebeln werden gebeizt. Blumen- und Pflanzenbau **44**, 1940, Nr. 28.

[2]) van Slogteren, E. en Thomas, K. S., Smeul, een Tulpenziekte usw. Weekblad voor Bloembollencultuur **41**, 1930, Nr. 15.

[3]) Weiß, The relation of the hot-water treatment of narcissus bulbs to basal rot. Phytopathology **19**, 1929, S. 100.

[4]) van Slogteren, E., Warm-waterbehandeling van Narcissen en bolrot. Weekblad voor Bloembollencultuur **42**, 1931, Nr. 15.

[5]) Linke, W., Über das Beizen der Hopfenfechser. Mitt. Deutsch. Hopfenbauverein **5**, 1927, S. 23.

lösung zu tauchen, um einer Weiterverbreitung der *Pseudoperonospora humuli* vorzubeugen. Nach neueren Mitteilungen des gleichen Autors[1]) ist ein solches Verfahren allerdings nicht zum Schutze der erwachsenen Pflanzen gegen *Peronospora* geeignet. Eintauchen in Kupferkalkbrühe wird auch zur Bekämpfung einer Wurzelfäule von Zuckerrohrstecklingen gebraucht.

Eine Art von Bekrustungsbeize wird bei Kohlstecklingen angewendet, um sie vor *Plasmodiophora brassicae* zu schützen. Zu diesem Zweck werden die Wurzeln in einen mit fungiziden Stoffen versetzten Lehmbrei getaucht; hierzu wird Lehm bis zur Entstehung eines dünnen Breies mit einer 1%igen Uspulunlösung oder der Lösung eines anderen quecksilberhaltigen Beizmittels versetzt [Kindshoven[2])]. Der gleiche Brei wird in entsprechender Weise bei der Verpflanzung von Obstsämlingen und jungen Obstbäumen verwendet, um diese gegen Befall durch *Bacterium tumefaciens* zu schützen [Oppenheimer[3])].

3. Physikalische Beizverfahren

Physikalische Beizverfahren zur Bekämpfung solcher Krankheitserreger, die durch das Saatgut übertragen werden, sind in ganz verschiedener Weise und mit sehr ungleichem Erfolg versucht worden. Während die Anwendung von Elektrizität und Strahlen keine oder doch keine befriedigenden Ergebnisse brachte, hat sich die weiter unten behandelte Beizung mit feuchter Wärme als brauchbares Verfahren durchgesetzt, das auch heute noch hohen praktischen Wert besitzt und für die Bekämpfung der im Innern von Samen befindlichen Krankheitskeime des Weizen- und Gerstenflugbrandes bis jetzt unentbehrlich ist. Chemische Bekämpfungsmittel lassen sich hier nicht verwenden; sie sind in Konzentrationen, welche die Keimkraft des Saatgutes noch nicht schädigen, wirkungslos. Für die modernen Quecksilberbeizmittel haben Winkelmann[4]) und Gassner[5]) diesen Nachweis erbracht; den entgegengesetzten Angaben von Tisdale, Taylor, Leukel und Griffiths[6-8]) kann kaum Beweiskraft zuerkannt werden. Für die Bekämpfung von Krankheitserregern vom Typus des Weizen- und Gerstenflugbrandes kommen nach wie vor nur physikalische Beizverfahren in Frage.

---

[1]) Linke, W., Der Hopfenbau. Berlin 1942, S. 163.

[2]) Kindshoven, J., Erfolgreiche Bekämpfungsversuche gegen die Kropfkrankheit oder Hernie der Kohlgewächse. Deutsche Obst- und Gemüsebau-Ztg. **70**, 1924, S. 156.

[3]) Oppenheimer, Verhütung und Heilung krebsartiger Pflanzengeschwülste. Angew. Bot. **8**, 1926, S. 8.

[4]) Winkelmann, A., Versuche zur Bekämpfung des Gerstenflugbrandes mit chemischen Mitteln. Fortschr. d. Landw. **7**, 1932, S. 535.

[5]) Gassner, G. u. Kirchhoff, H., Zur Frage der Beeinflussung des Flugbrandbefalls usw. Pytopath. Ztschr. **7**, 1934, S. 487.

[6]) Tisdale, Taylor, Leukel u. Griffiths, New seed disinfectants usw. Phytopathology **15**, 1925, S. 651.

[7]) Tisdale u. Cannon, Ethyl-mercury-chloride as a seed grain disinfectant. Ebenda **19**, 1929, S. 80.

[8]) Leukel, Factors affecting the development of loose smut in barley usw. U. S. Dep. of Agric. Washington, Techn. Bull. Nr. 293, 1932.

Elektrizität und Strahlen

Höstermann[1]) hat versucht, 6 Stunden lang vorgequollenen Weizen durch elektrische Bestrahlung von Flugbrand zu befreien. Wenn dieser Autor auch angibt, einen gewissen Erfolg erzielt zu haben, so genügte dieser doch den zu stellenden Anforderungen in keiner Weise. Da sich außerdem der praktischen Durchführung eines solchen Verfahrens unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellten, die nicht nur in der Rücktrocknung des sehr stark gequollenen Saatgutes liegen, wurde das Verfahren sehr bald aufgegeben und nicht weiter verfolgt.

Das gleiche Schicksal hatte ein von Pichler und Wöber[2]) vorgeschlagenes und sogar patentiertes Verfahren, bei dem das Saatgut in Wasser gebracht wurde, dessen Leitfähigkeit durch Zugabe von Säuren, Alkalien oder Salzen erhöht wurde, so daß ein elektrischer Strom hindurchgeleitet werden konnte. Durch den Strom sollten die Brandsporen abgetötet werden.

Die Durchleitung eines elektrischen Stromes durch das zu beizende Saatgut ist auch in der sogenannten „elektrischen Heißwasserbeize" von Tamm und Husfeld[3]) vorgeschlagen. Hierbei lag allerdings nicht der Gedanke zugrunde, daß der Strom unmittelbar eine Abtötung der Pilzkeime bewirkt; durch die Stromdurchleitung sollte vielmehr nur eine bequeme und gleichmäßige Erwärmung des Saatgutes auf eine höhere Temperatur bewirkt werden. Es handelt sich also hier nicht um eine elektrische Beizung, sondern um eine besondere Form der weiter unten behandelten Heißwasserbeize.

Nach Pichler und Wöber[4]) lassen Röntgenstrahlen eine gewisse Wirkung gegen Haferflugbrand und sogar gegen Gersten- und Weizenflugbrand erkennen, jedoch erwies sich das Verfahren ebenfalls als nicht rentabel und praktisch undurchführbar. Mit Radiumstrahlen wurden überhaupt keine günstigen Ergebnisse erzielt.

Weitere Versuche liegen vor allem noch mit einer Saatgutbehandlung durch Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen vor. Die Wirkung dieser Strahlen auf die Pilze findet sich ausführlich bei Rabinovitz-Sereni[5]) behandelt. Die Versuche von Fulton und Coblentz[6]) u. a., die sich bemühten, durch Ultraviolettbestrahlung Brandfreiheit zu erzielen, verliefen ergebnislos. Dagegen wollen Pichler und Wöber[4]) einige Erfolge erzielt haben. Sie konnten *Tilletia*-Sporen mit ultravioletten Strahlen abtöten, wenn die Sporen in saurer Lösung sauerstoffabspaltender Substanzen bestrahlt wurden. Brandiger Weizen, der in einer solchen Lösung 20 Minuten den Strahlen der Hanauer Quarzlampe aus-

---

[1]) Höstermann, Brandbekämpfungsversuche. Landw. Jahrb. **45**, Erg.-Bd. I, 1913, S. 107.

[2]) Pichler u. Wöber, Verfahren zum Beizen von Früchten, Saatgut und Samen. DRP Nr. 398555, ausgegeben 7. 7. 1924.

[3]) Tamm, E. und Husfeld, B., Die elektrische Heißwasserbeize, eine neue Möglichkeit zur Bekämpfung der Blüteninfektionen. Pflanzenbau I, 1924, S. 273.

[4]) Pichler u. Wöber, Bestrahlungsversuche mit ultraviolettem Licht, Röntgenstrahlen und Radium usw. Zentralbl. f. Bakt. II. Abt., **57**, 1922, S. 319.

[5]) Rabinovitz-Sereni, Il grado di resistenza di alcuni funghi all'azione dei raggi ultravioletti. Boll. Staz. Pat. Veget. **12**, 1932, 115.

[6]) Fulton u. Coblentz, The fungicidal action of ultra-violett radiation. Journ. Agric. Res. **38**, 1929, S. 159.

gesetzt wurde, lieferte einen brandfreien Bestand, während der unbehandelte 27% Tilletiabefall ergab. Bei stärker infiziertem Weizen wurde durch die Bestrahlung keine völlige Entbrandung erzielt; praktische Bedeutung kommt der Ultraviolettbehandlung schon aus diesem Grunde nicht zu.

Feuchte Wärme

Aus der vorstehenden Überschrift geht schon hervor, daß nicht die Wärme schlechthin, sondern nur die Kombination von Wärme und Feuchtigkeit als Beizverfahren in Frage kommt. Behandlung mit trockener Wärme ist nur bei hohen Temperaturen wirksam, tötet dann aber Saatgut und Pilzkeime gleichzeitig ab, ist also als Bekämpfungsmittel ungeeignet. Wir müssen deshalb wohl auch der Wirksamkeit eines schon im Altertum zur Brandbekämpfung angewendeten Verfahrens, bei dem das Saatgut durch große offene Feuer hindurchgeworfen wurde [vgl. Hollrung[1])], skeptisch gegenüberstehen.

Ganz anders steht es mit der Behandlung des Saatgutes mit heißem Wasser; diese ist gegen die verschiedenen Krankheitserreger mit Erfolg versucht worden, so von Kellermann und Swingle[2]), Flagg und Tovar[3]) u. a. gegen Haferflugbrand, von Kirchner[4]) gegen Roggenstengelbrand, von Mortensen[5]) gegen Steinbrand und von Jensen[6]) gegen Gerstenhartbrand. In der Praxis hat sich aber eine Heißwasserbeize gegen die vorerwähnten Krankheiten nicht durchgesetzt, weil sich die dem Saatgut äußerlich anhaftenden Krankheitskeime besser durch chemische Beizung bekämpfen lassen. Es ist in der Tat wesentlich einfacher, chemische Lösungen bei praktisch beliebiger Temperatur zu gebrauchen, als ein Heißwasserbad anzuwenden, dessen Temperatur auf ganz bestimmte Wärmegrade eingestellt und konstant gehalten werden muß. Darum kommt die Heißwasserbeize praktisch nur zur Bekämpfung solcher Krankheitserreger in Frage, deren Keime dem Saatgut nicht äußerlich anhaften, sondern im Innern der Körner vorhanden sind und deshalb, wie bereits in der Einleitung dieses Abschnittes ausgeführt ist, auf chemischem Wege nicht bekämpfbar sind. Das sind in erster Linie der Weizen- und Gerstenflugbrand, für den Brefeld[7]) und Hecke[8])[9]) den Nachweis eines inneren Krankheitskeimes erbracht haben. Für

---

[1]) Hollrung, Die Mittel zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. 3. Auflage, 1923, S. 356.

[2]) Kellermann, W. und Swingle, W., Preliminary report on smut in oats. Bull. Exp. Station Kansas, Nr. 8, 1889.

[3]) Flagg, Ch. O. und Tovar, J. D., Field and plot experiments. 4. Jahresber. Versuchsstation Rhode Island 1892, S. 22.

[4]) Kirchner, O., Versuche zur Bekämpfung der Getreidekrankheiten. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstw. **1**, 1903, S. 465.

[5]) Mortensen, M. L., Forelöbig Meddelse om Forsög anstillede af ,,De samvirkende Landboforenigers plantepatologiske Forsögsvirksomhed, 1910.

[6]) Jensen, J. L., The propagation and prevention of smut in oats and barley. Journ. Royal Agric. Soc. of England, 2. Reihe, **24**, 1888, S. 397.

[7]) Brefeld, O. und Falck, R., Die Blüteninfektion bei den Brandpilzen und die natürliche Verbreitung der Brandkrankheiten. Münster i. W. 1905.

[8]) Hecke, L., Ein innerer Krankheitskeim des Flugbrandes im Getreidekorn. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich **7**, 1904, S. 59.

[9]) Hecke, L., Zur Theorie der Blüteninfektion des Getreides durch Flugbrand. Ber. Dt. Botan. Ges. **23**, 1905, S. 248.

diese stellt die im folgenden besprochene Heißwasserbeize die einzige Bekämpfungsmöglichkeit dar.

Es ist das Verdienst von Jensen[1]), die Bedeutung einer modifizierten Heißwasserbeize für die Bekämpfung dieser Brandpilze erkannt zu haben; dieses Verdienst muß um so höher bewertet werden, als damals (1888) das Wesen der Blüteninfektion noch nicht bekannt war. Jensen brachte flugbrandhaltige Gerste 4 Stunden in kaltes Wasser und dann für 5 Minuten in Wasser von 52,5° C. Später empfahl Jensen bei gleicher Beizung mit 52,5° ein 4stündiges Vorquellen in kaltem Wasser mit anschließendem 6—8stündigen Nachquellen. Appel und Riehm[2]) konnten feststellen, daß durch das Vorquellen das im Korn ruhende Dauermyzel des Pilzes in ein empfindliches Stadium übergeführt wird, so daß nunmehr eine Heißwasserbehandlung Erfolg bringt. Sie empfahlen für die Praxis ein Verfahren, bei dem das Saatgut 4 Stunden in Wasser von 25—30° eingequollen und dann in Wasser von 50 und 52° C getaucht wurde. Statt der 4stündigen Vorquellung in Wasser kann auch ein 1½stündiges Tauchen bei 27° und daran anschließendes 2½stündiges Nachquellen bei gleicher Temperatur vorgenommen werden. Für Gerste ist eine niedrigere Beiztemperatur (48—50°) als bei Weizen zu wählen, wo man bei der Heißwasserbehandlung auf 52° heraufgehen muß.

Die Bekämpfung des Weizen- und Gerstenflugbrandes wurde seit 1911 im allgemeinen nach dem von Appel und Riehm angegebenen Verfahren durchgeführt. An seiner Stelle hat zuerst Störmer[3]) das Lauwasserbad in Vorschlag gebracht. Er empfiehlt für Weizen ein 12stündiges Lauwasserbad von 40°, für Gerste ein ebensolches von 35°. Die Brauchbarkeit eines solchen Bades wurde anschließend von verschiedenen Seiten [Schander[4]), Oetken[5])] bestätigt. Spieckermann[6]) hat die in der außerordentlichen Wasseraufnahme und der dadurch bedingten Umständlichkeit der Rücktrocknung liegenden Schwierigkeiten dadurch zu beseitigen versucht, daß er etwas höhere Temperaturen (45°) zur Anwendung brachte und dadurch die Quell- und Beizdauer bei Gerste auf 2 Stunden reduzieren konnte. Trotzdem auch Hollrung[7]) 1921 die Brauchbarkeit einer geeigneten Lauwasserbeize bestätigen konnte, hat es doch noch viele Jahre gedauert, bis sich diese Beizung in der Praxis durchsetzte. 1933 hat Gassner[8]) erneut auf die gute Wirkung genügend lang einwirkender Warmwasserbäder

---

[1]) Jensen, J.L., Om Konsorternes Brand. Anden Meddelse, Kopenhagen 1888. — Ders., Et Par Meddelser om Bortskaffelsen af Vaarsaedens Brand. Medd. til Deltagerne i Faellesindkjøbet af undersøgt i Foraaret 1894. Kopenhagen 1895.

[2]) Appel, O. und Riehm, E., Die Bekämpfung des Flugbrandes von Weizen und Gerste. Arb. Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstw. **8**, 1911, S. 343.

[3]) Störmer, K., Die Bekämpfung des Gersten- und Weizenflugbrandes. Deutsche Landw. Presse **38**, 1911, S. 1006, 1017.

[4]) Schander, R., Versuche z. Bekämpfung d. Flugbrandes im Weizen u. d. Gerste mittels Heißwasser u. Heißluft. Landw. Centralbl. f. d. Prov. Posen **38**, 1910, S. 43.

[5]) Oetken, W., Versuche über den Staubbrand des Sommerweizens. Deutsche Landw. Presse **40**, 1913, S. 35, 49.

[6]) Spieckermann, A., Beiträge z. Saatgutbeize. Ill. Landw. Ztg. **34**, 1914, S. 665.

[7]) Hollrung, Das Lauwasserbad als Entbrandungsmittel. Fühlings Landw. Ztg. 1921, S. 96.

[8]) Gassner, G., Neue Wege zur Bekämpfung des Weizenflugbrandes. Phytopatholog. Zeitschr. **5**, 1933, S. 407.

von 40° hingewiesen; aber erst 1938 konnte Weck[1]) über praktische Ergebnisse des in Eckendorf in größtem Umfang zur Bekämpfung des Gerstenflugbrandes angewendeten 2stündigen Warmwasserbades von 45° berichten. Nach neueren Unterlagen von Gassner[2]) muß die Behandlungsdauer bei Gerste mit schwerem Flugbrandbesatz auf 2½ Stunden erhöht werden. Auch Weizenflugbrand läßt sich durch ein Warmwasserdauerbad erfolgreich bekämpfen. Nach den Erfolgen der Saatzuchtwirtschaft Heine-Hadmersleben (Saatzuchtleiter Vettel) sowie nach eigenen Versuchen (Gassner, nicht veröffentlicht) ist für Weizen eine 2½—3stündige Einwirkungszeit und eine Temperatur von 47° zu wählen. Auf jeden Fall wird das Warmwasserdauerbad heute von vielen Pflanzenzüchtern mit Erfolg zur Bekämpfung des Flugbrandes gebraucht.

Eine besondere Schwierigkeit bereitet die Rücktrocknung des gebeizten Saatgutes, das je nach dem gewählten Verfahren wohl verschieden hohe, aber in allen Fällen recht beträchtliche Wassermengen während des Beizvorganges aufgenommen hat. Deshalb haben schon Appel und Riehm[3]) den Vorschlag gemacht, das 4 Stunden bei 25—30° vorgequollene Getreide nicht mit heißem Wasser zu beizen, sondern mit heißer Luft zu behandeln, die eigentliche Beizung also in den Beginn des Trocknungsvorganges zu verlegen; jedoch sind die damit gemachten Erfahrungen wenig befriedigend. Es ist offensichtlich nicht möglich, eine exakte Temperatureinstellung durchzuführen, weil bei der Behandlung mit heißer Luft die Verdunstungskälte einen einfach unberechenbaren Faktor darstellt. Wahrscheinlich ist auch der starke Sauerstoffzutritt während einer Heißluftbeize ungünstig, nachdem Gassner[4]) nachgewiesen hat, daß das Zustandekommen einer guten Beizwirkung an einen ausreichenden Sauerstoffabschluß gebunden ist.

Die anzustrebende Erleichterung der Rücktrocknung läßt sich also nicht durch eine Heißluftbeize erreichen; sie ist aber dadurch möglich, daß von vornherein die dem Saatgut zu Quellungs- und Aktivierungszwecken zugesetzte Wassermenge begrenzt wird, daß man also von der bisherigen Warmwassertauchbeize zu der von Gassner[4]) vorgeschlagenen Warmwasserbenetzungsbeize übergeht. Versuche mit steigenden Flüssigkeitsmengen ergaben, daß zu je 100 kg Saatgut mindestens 12 l Wasser gegeben werden müssen [Gassner[4])[5])]; zur Sicherung des Beizerfolges empfiehlt es sich jedoch, mit der Flüssigkeitsmenge auf 15 bis 20 l je 100 kg Saatgut heraufzugehen. Das so benetzte Saatgut kommt in Trommeln, die in einem Wasserbad der jeweils gewünschten Temperatur

---

[1]) Weck, R., Flugbrandbekämpfung bei Wintergerste in Eckendorf. Nachr. über Schädlingsbekämpfung **13**, 1938, S. 93.

[2]) Gassner, G., Neuere Versuche zur Bekämpfung des Gerstenflugbrandes. Nachrichtenbl. d. Deutschen Pflanzenschutzdienstes **2**, 1950, S. 65.

[3]) Appel, O. und Riehm, E., Die Bekämpfung des Flugbrandes von Weizen und Gerste. Arb. Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstw. **8**, 1911, S. 343.

[4]) Gassner, G., Neue Wege zur Bekämpfung des Weizenflugbrandes. Phytopatholog. Zeitschr. **5**, 1933, S. 407.

[5]) Gassner, G. und Kirchhoff, H., Versuche zur Bekämpfung des Weizenflugbrandes mittels Benetzungsbeize. Phytopatholog. Zeitschr. **6**, 1933, S. 453 und **7**, 1933, S. 271. — Dies., Einige abschließende Versuche über die Wirkung der Warmbenetzungsbeize. Ebenda **11**, 1938, S. 115.

rotieren. Es ist klar, daß die Temperaturannahme des in den Trommeln befindlichen Saatgutes sich wesentlich langsamer vollzieht als bei der früher beschriebenen Tauchbeize, so daß also die Einwirkungszeiten anders gewählt werden müssen. Durch geeignete Kombination von Temperatur und Beizdauer läßt sich auch im Warmbenetzungsverfahren voller Beizerfolg, d. h. restlose Flugbrandbeseitigung ohne wesentliche Beeinträchtigung der Keimkraft erzielen. Das Verfahren bietet noch den weiteren Vorteil, daß das Abkühlen des gebeizten Getreides durch einfaches Ausbreiten an der Luft, also nicht durch einen nassen Abschreckprozeß, erfolgt; so ist es möglich, die Wärme des gebeizten Getreides schon zur Vortrocknung mit auszunutzen.

Eine von Oort[1]) vorgenommene Nachprüfung bestätigte die Brauchbarkeit der von Gassner vorgeschlagenen Warmbenetzungsbeize; eine 5—6stündige Behandlung des mit 20 l Wasser je 100 kg benetzten Saatgutes bei 45° C ergab eine gute Bekämpfung ohne Keimschädigung. Bei 50° kann nach Oort bei derselben Aufwandmenge mit reichlich einer Stunde Dauer das gleiche erreicht werden. Auf jeden Fall können die Grundlagen der Warmbenetzungsbeize als geklärt angesehen werden; der Einführung des Verfahrens in die Praxis stehen allerdings auch heute noch technische Schwierigkeiten entgegen, die bisher nicht überwunden werden konnten. Die von Bonne[2]) vorgeschlagene praktische Ausgestaltung der Warmbenetzungsbeize stellt vielleicht eine Möglichkeit dar, wenn Benetzungsmenge, Temperatur und Dauer der Behandlung richtig gewählt werden, was in den von Bonne mitgeteilten Versuchsreihen nicht der Fall ist.

Zu erwähnen sind dann hier weiter noch die Versuche von Gassner[3]) u. a. O., durch Zusatz von Chemikalien eine bessere Wirkung der Heißwasserbeize zu erzielen. Daß von den üblichen chemischen Beizmitteln in dieser Hinsicht nichts zu erwarten war, geht schon aus den einleitenden Ausführungen dieses Abschnittes (S. 361) hervor. Gassner ging deshalb nicht von diesen Stoffen aus, sondern nahm Hollrungs Theorie[4]) über die Wirkungsweise der Warmwasserbeize zum Ausgangspunkt seiner Arbeiten. Danach beruht die günstige Beeinflussung des Beizeffektes durch eine längere Vorquellung bzw. Lauwasserbehandlung darauf, daß infolge des Sauerstoffabschlusses und der gleichzeitig im quellenden Korn einsetzenden enzymatischen Vorgänge intramolekulare Atmungsprodukte, insbesondere Alkohol entstehen, die unter geeigneten höheren Temperaturen das Pilzmyzel schneller abtöten oder doch hemmen. Im Sinne dieser, von Vanderwalle[5]) wohl mit Unrecht angezweifelten Arbeitshypothese setzte Gassner der Beizflüssigkeit Alkohol zu und konnte so in der Tat eine ganz wesentliche Steigerung der Beizwirkung erzielen. Außer Äthylalkohol erwiesen

---

[1]) Oort, A. J. P., Een nieuwe Methode ter bestrijding van Tarwestnifbrand (Ustilago tritici). Tijdschr. over Plantenziekten **40**, 1934, S. 185.

[2]) Bonne, C., Beitrag zur Flugbrandbekämpfung des Weizens. Unters. zur Heißwasser-Kurzbeize. Angew. Bot. **23**, 1941, S. 304.

[3]) Gassner, G., Neue Wege zur Bekämpfung des Weizenflugbrandes. Phytopatholog. Zeitschr. **5**, 1933, S. 407.

[4]) Hollrung, Das Lauwasserbad als Entbrandungsmittel. Fühlings Landw. Ztg. 1921, S. 96.

[5]) Vanderwalle, R., Contribution à l'étude du mecanisme de l'action de la chaleur usw. Acad. royale de Belgique, Bull. 1a Classe, 5 Ser. **21**, 1935, S. 759.

sich auch andere Alkohole und Stoffe wie Azeton, Cyclohexanon u. a. wirksam. Die Steigerung tritt bei den verschiedenen Warmwasserbeizmethoden in gleicher Weise hervor. Allerdings nehmen mit steigender Beizwirkung auf den Pilz auch die Keimschäden des Saatgutes zu, so daß letzten Endes durch Beizung in alkoholischen Lösungen der gleiche Beizeffekt erzielt wird wie mit Wasser als Beizflüssigkeit, nur daß eben im ersteren Fall eine tiefere Beiztemperatur ausreicht als bei Wasser. Von wissenschaftlichen Gesichtspunkten aus haben diese Feststellungen ein gewisses Interesse, ihre praktische Bedeutung ist schon deshalb gering, weil der Alkoholzusatz die Kosten der Beizung verteuern muß.

Neben den Schwierigkeiten, die sich bei der Durchführung der Heißwasserbeize und der Rücktrocknung des Saatgutes ergeben, stellt die Gefahr von Keimschäden ein sehr ernstes Problem dar, zumal die Beizempfindlichkeit des Saatgutes je nach Sorte, Herkunft und Klimaverhältnissen während der Vegetationszeit stark zu schwanken pflegt. Die Gefahr von Keimschäden ist bei Weizen besonders groß, während Gerste weniger leidet. Ganz allgemein kann man sagen, daß man bei jeder Warmwasserbeizung und bei jedem Beizverfahren die Schädigungsgrenze erreichen muß, wenn das Verfahren wirksam sein soll, also den Flugbrand beseitigt. Im günstigsten Falle beschränkt sich die Schädigung auf eine Verzögerung des Auflaufens; bei Weizen wird man meist auch schon eine schwache Herabsetzung der Triebkraft in Kauf nehmen müssen. Nur Triebkraftversuche eignen sich zur Feststellung der Schädigungswirkungen; Auslegen der gebeizten Körner auf feuchtes Filtrierpapier oder topographische Bestimmung der Keimprozente mit Tetrazoliumsalzen geben ein zu günstiges Bild [Flensberg[1])].

In der Praxis werden vielfach statt Wasser schwache Beizlösungen angewendet, um in einem Arbeitsgang auch Krankheitserreger abzutöten, die durch die reine Heißwasserbeize nicht miterfaßt werden. Die Anwendung einer sogenannten chemischen Beizung mit quecksilberhaltigen Mitteln pflegt ja ganz allgemein Auflaufen und Keimung günstig zu beeinflussen; das gilt auch für das heißwassergebeizte Saatgut, worauf Linskens[2]) erneut und mit Recht hinweist. Die eigentlichen Keimschäden werden dadurch allerdings nicht vermieden.

In dieser Hinsicht haben die Untersuchungen von Flensberg[1]) einen bemerkenswerten Fortschritt gebracht. Es ist seit langem bekannt, daß eine schnelle Rücktrocknung des warmwassergebeizten Getreides die Keimschäden steigert, so daß vielfach die Schädigungswirkung überhaupt in der Art der Rücktrocknung gesucht wurde. Es kann auch keinem Zweifel unterliegen, daß Warmwasserbeizung und Rücktrocknung zusammen behandelt werden müssen, um alle Erscheinungen und Nebenwirkungen zu verstehen [Linskens[3])]. Flensberg hat nun zeigen können, daß die durch die Warmwasserbehandlung bedingte Schädigung ganz wesentlich geringer wird, wenn die Rücktrocknung des nassen Getreides nicht sofort erfolgt, sondern wenn das gebeizte Getreide zunächst 1—2 Tage

---

[1]) Flensberg, R., Untersuchungen über die Warmwasserbeize usw. Phytopatholog. Zeitschr. **16**, 1949, S. 1.

[2]) Linskens, H. F., Untersuchungen über den Einfluß eines Beizmittelzusatzes zu Warmbädern. Zeitschr. f. Pflanzenkrankht. **57**, 1950, S. 177. — [3]) Ders., Neue Untersuchungen über das Heißwasser-Bad zur Flugbrandbekämpfung. „Höfchen-Briefe" **3**, 1950, Heft 5.

feucht lagert und dann erst zurückgetrocknet wird. Anscheinend werden während der Feuchtlagerung die im Beizprozeß gebildeten Schädigungsprodukte zunächst abgebaut, während eine sofortige Rücktrocknung zu ihrer Konservierung und damit zu einer stärkeren Schädigung führt. Inwieweit die von Linskens[1]) als Folge der Warmwasserbeize festgestellten Perforierungen der Samenfruchtschale bei der Schädigung mitspielen, bedarf noch weiterer Untersuchungen; die günstige Wirkung einer Feuchtlagerung zwischen Beizung und Trocknung dürften sie kaum erklären können.

Bei Knollen und Zwiebeln hat sich eine Warmwasserbeize zur Bekämpfung bakterieller und pilzlicher Erkrankungen nicht bewährt. Offensichtlich läßt sich wegen der durch den hohen Wassergehalt der Organe bedingten Empfindlichkeit die Temperatur nicht so weit steigern, daß etwa vorhandene Keime abgetötet werden. So ist es nicht möglich, den Hyazinthenrotz durch ein Heißwasserbad zu bekämpfen, weil die letale Temperatur für den Erreger der Krankheit, *Pseudomonas hyacinthi*, bei 47,5° liegt, während Hyazinthen nur ein Wasserbad mit Temperaturen von 43,5° vertragen [van Slogteren[2])]. Eine subletale Temperatur bedeutet aber bei Zwiebelkrankheiten vielfach sogar eine Förderung des Krankheitserregers. Es ist früher (S. 360) schon darauf hingewiesen, daß das Auftreten der Fusariumfäule durch ein Warmwasserbad gesteigert wird, soweit nicht durch Beigabe fungizider Stoffe zu diesem Bade vorbeugend eingegriffen wird. Von dieser Nebenwirkung hoher, aber noch unterhalb der für den Krankheitserreger letalen Grenze liegenden Temperaturen wird in eigenartiger Weise bei der Bekämpfung des Gelbrotzes der Hyazinthen Gebrauch gemacht. Eine Heißluftbehandlung mit Temperaturen bis 49° bewirkt, daß infizierte Zwiebeln, soweit sie nicht absterben, so stark erkranken, daß man sie leicht als solche erkennen und rechtzeitig auslesen kann. Da wir uns bei dieser Behandlung an der Grenze von Entwicklungsförderung und Abtötung befinden, kann in anderen Fällen die gleiche Heißluftbehandlung auch eingetretene Infektionen zum Stillstand bringen, so daß sich behandelte Zwiebeln im nächsten Jahre normal weiter entwickeln.

B. Entseuchung

Während es sich bei der in den vorhergehenden Abschnitten behandelten Beizung um die Beseitigung pilzlicher und bakterieller Sporen und Keime handelt, sollen durch die Entseuchung tierische Organismen bekämpft und unschädlich gemacht werden. Bei der ganz verschiedenen Natur und Lebensweise dieser Organismen kann es nicht überraschen, daß die hier anzuwendenden Mittel und physikalischen Methoden anderer Art sind als die fungiziden; DDT-, Hexapräparate und Phosphorsäureester sind ausgezeichnete Insektizide, die jedoch völlig bei den pilzlichen Parasiten versagen. Während weiter die bloße Begasung bei den letztgenannten wirkungslos bleibt, stellt gerade die Begasung eines der wichtigsten, wenn nicht das wichtigste Mittel zur Bekämpfung tierischer Schäd-

[1]) Linskens, H. F., Untersuchungen über die Änderung des physiologischen Verhaltens usw. Züchter **20**, 1950, S. 168.

[2]) van Slogteren, Een en ander over het Geelziek der Hyacinthen. Weekbl. voor Bloembollencultuur 1925.

linge dar. Auch bei der Anwendung von Wärme als physikalischer Behandlungsmethode liegen grundsätzliche Unterschiede vor. Trockene Wärme versagt als Bekämpfungsmittel von pilzlichen Parasiten, läßt sich aber andererseits in vielen Fällen zur Entseuchung mit Erfolg heranziehen. Wohl werden Heißwasserbäder in ähnlicher Weise bei der Beizung wie bei der Entseuchung gebraucht, jedoch ist die Bedeutung des Wassers in beiden Fällen nicht immer gleich. Bei der Beizung bewirkt das Wasser zunächst eine Aktivierung der sonst ruhenden Pilzkeime, die dadurch in ein empfindliches Stadium übergeführt und für ihre Bekämpfung empfänglich gemacht werden. Das kann auch bei bestimmten tierischen Schädlingen (*Tylenchus*) der Fall sein; im allgemeinen aber wird hier das Wasser in erster Linie oder ausschließlich als Träger der Wärme benutzt.

1. Samen

Einer Weiterverbreitung tierischer Schädlinge im Saatgut, also einem Neubefall des Saatgutes in der Zeit zwischen Ernte und Aussaat, läßt sich dadurch vorbeugen, daß das Saatgut mit modernen Insektiziden (DDT- und Hexachlorcyclohexanpräparaten) vermischt wird, wobei sehr geringe Mengen dieser Präparate (100 g auf 100 kg) genügen. Durch diese Behandlung werden zwar die Schädlinge im Korn selbst nicht abgetötet, sie kommen jedoch zum Absterben, wenn sie herausschlüpfen, so daß einem Neubefall vorgebeugt wird. Auch der Befall durch den Kornkäfer (*Calandra granaria*) läßt sich auf diesem Wege stark einschränken [Frey[1])].

Soweit tierische Schädlinge in das Innere von Samen oder Früchten eingedrungen sind, läßt sich, worauf eben schon hingewiesen wurde, eine Bekämpfung durch äußerlich aufgebrachte chemische Stoffe nicht erzielen. In solchen Fällen kommt nur eine Begasung als chemisches Bekämpfungsmittel in Frage. Dabei genügt allerdings eine einfache Begasung meist nicht; zur Erzielung der erforderlichen Tiefenwirkung muß vielmehr meist zum Vakuumverfahren gegriffen oder noch besser ein mit dem Vakuumverfahren kombiniertes Kreislaufverfahren gewählt werden.

In allen Fällen muß mit luftdicht geschlossenen Behältern gearbeitet werden. Diese werden zunächst bis zu einem Unterdruck von 650—700 mm evakuiert, dann wird das Giftgas eingeleitet, das nunmehr auch in die tiefsten und dichtesten Packungen eindringen kann. Außerdem kann man nach Eingabe des Giftgases dieses noch besonders wirkungsvoll in das Innere der Samen „hineinschieben", wenn man nachträglich Luft einströmen läßt [Peters[2])]. Ein weiterer, nicht minder wichtiger Vorteil der Vakuumbehandlung liegt darin, daß die Insekten unter Luftleere bzw. bei vermindertem Druck im allgemeinen erheblich empfindlicher gegen Giftgase sind als bei Atmosphärendruck.

Gewisse Ungleichmäßigkeiten in der Gasverteilung liegen auch bei dem Vakuumverfahren noch vor; sie werden durch das „Kreislaufverfahren" beseitigt, bei dem durch Pumpen eine gleichmäßige Umwälzung des Giftgases während

[1]) Frey, W., Der Kornkäfer. Flugblatt O 5 der Biolog. Bundesanstalt. 1951.
[2]) Peters, G., Fortschritte der Schädlingsbekämpfung mit Giftgasen. Zeitschr. f. d. gesamte Getreide-, Mühlen- und Bäckereiwesen 1937, Heft 8/9.

der ganzen Begasungsdauer gewährleistet wird [Peters[1])]. Auch ohne Vakuumverfahren bedeutet die Einschaltung eines „Kreislaufsystems" eine wesentliche Sicherung und Verbesserung des Begasungseffektes.

Besondere praktische Bedeutung hat das Begasungsverfahren für die Behandlung von Baumwollsamen gegen den Roten Kapselwurm (*Gelechia gossypiella*). Da es sich um die Begasung dicht gelagerter Samenmengen handelt, kommt nur das Vakuumverfahren mit oder auch ohne gleichzeitiges „Kreislaufverfahren" in Frage. Als Gase finden Blausäure [Rasch[2])], Schwefelkohlenstoff [Morstatt[3])] und Chlorpikrin [Stauer[4]), Shabetai[5])] Verwendung. Bei Schwefelkohlenstoff wird zweckmäßig mit einem Zusatz von Kohlensäure gearbeitet, durch den einerseits die Explosionsgefahr verringert und gleichzeitig die Empfindlichkeit der Insekten gegen Schwefelkohlenstoff gesteigert wird [Frickhinger[6])].

Ähnlich wie Baumwollsamen gegen den Roten Kapselwurm, werden auch Kaffeesamen gegen den Kaffeebeerenkäfer begast. In Brasilien und anderen Ländern wird allgemein mit Schwefelkohlenstoff gearbeitet [Gandrup[7])]. Auch Chlorpikrin hat sich bewährt [Mallamaire[8])]; 5 g auf 1 cbm tötet alle Stadien des Schädlings in 8 Stunden ab, ohne daß Keimschädigungen eintreten. Geht man mit der Dosierung auf 10, 15, 50 g je Kubikmeter herauf, so kommt man mit einer 4- bzw. 2- bzw. 1stündigen Einwirkung aus.

Gegenüber der Begasung tritt die physikalische Bekämpfung stark zurück. Gegen den Roten Kapselwurm in Baumwollsamen wird eine Wärmebehandlung angewendet, sei es, daß das Saatgut im Freien auf Eisenplatten der Sonnenwärme ausgesetzt wird [King[9])], oder daß es in besonderen Apparaten auf 55° erhitzt wird und längere Zeit bei 50° gehalten wird [Leplae[10]), McDonald[11]), Bredo[12])].

Zur Bekämpfung des Weizenälchens (*Anguina tritici*) auf Dinkel hat Rademacher[13]) unlängst eine Warmwasserbehandlung in Vorschlag gebracht. Durch ein 4stündiges Vorquellen bei 30° werden die Älchen aktiviert und anschließend durch eine ½stündige Behandlung mit Wasser von 53—54° abgetötet.

---

[1]) Peters, G., Begasungsanlagen. Zeitschr. hyg. Zool. u. Schädl.-bek. 1938, S. 178.

[2]) Rasch, Der augenblickliche Stand der Ausbreitung der Blausäure usw. Zeitschr. angew. Entomologie **14**, 1928, S. 316.

[3]) Morstatt, La lutte contre l'anthonome du coton usw. Inst. Internat. d'Agriculture, Rapp. section „Parasites du coton" 1927, S. 340. [4]) Stauer, La desinfection des graines de coton. Bull. agric. Congo belge **21**, 1930, S. 830.

[5]) Shabetai, Referat über die Wirkung von Chlorpikrin auf die Keimfähigkeit des Baumwollsaatgutes. Rev. Appl. Entom. **22**, 1935, S. 6.

[6]) Frickhinger, Gase in der Schädlingsbekämpfung. Flugschr. D. Ges. für angew. Entomologie Nr. 13, 1933.

[7]) Gandrup, Eenige Gegevens over het ontsmetten. Koffiebessen Meded. Koffiebessenboebock fonds **9**, 1924, S. 224.

[8]) Mallamaire, La Désinfection des semences de caféiers par la chlorpicrine. Referat Rev. appl. Entom. **24**, 1936, S. 4.

[9]) King, Work of entomological Section. Rev. Appl. Entom., Serie A, 1928, S. 467.

[10]) Leplae, Le ver rose du coton usw. Rev. appl. Entom., Ser. A, **16**, 1928, S. 535.

[11]) McDonald, Cotton seed disinfection usw. 4. Intern. Kongreß Entomolog. Ithaca **2**, 1929, S. 552.

[12]) Bredo, Ref. Revue Appl. Entom. **23**, 1935, S. 218.

[13]) Rademacher, B., Auftreten und Bekämpfung des Weizenälchens usw. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten **57**, 1950, S. 334.

2. Knollen und Zwiebeln

Die Entseuchung von Knollen gegen tierische Schädlinge hat praktisch keine besondere Bedeutung. Zur Bekämpfung der Kartoffelmotte ist Schwefelkohlenstoffbegasung (16—19 g auf 1 cbm) in Vorschlag gebracht [Spencer und Strong[1])]. Stärkere Konzentrationen bewirken Keimschädigungen, wie überhaupt die Empfindlichkeit wasserhaltiger Pflanzenteile gegen chemische Mittel und auch gegen physikalische Methoden größer ist als die der im vorigen Abschnitt behandelten Früchte und Samen.

Im Gegensatz zu den Knollen ist die Entseuchung von Zwiebeln praktisch von großer Wichtigkeit und wird in größtem Umfang in allen Zwiebelbau treibenden Ländern durchgeführt. Allerdings werden zu diesem Zweck Begasungen weniger angewendet; immerhin wurden z. B. zur Bekämpfung der Narzissenfliegen in Nordamerika seit langem auch Blausäurebegasungen (Kalziumzyanidverfahren) mit herangezogen [Smith[2])].

Im übrigen aber steht, vor allem im holländischen und englischen Zwiebelbau, die physikalische Behandlung mit Wärme an der Spitze der Bekämpfungsmaßnahmen; gebraucht werden allgemein Warmwasserbäder von 43,5°; höhere Temperaturen können wegen der damit verbundenen Schädigungen nicht angewendet werden. Bekämpft werden in erster Linie die Älchenkrankheit von Hyazinthen und Narzissen (*Tylenchus devastatrix*), ferner die Narzissenfliegen (*Merodon equestris* und *Eumerus strigatus*), die Milbe *Rhizoglyphus hyacinthi* und schließlich *Tarsonemus approximatus* an Narzissenzwiebeln. Die Ausarbeitung der Bekämpfungsmethoden verdanken wir in erster Linie van Slogteren[3-5]).

Von anderen Forschern sei hier auf Ramsbotton[6]) verwiesen, der gleichzeitig mit van Slogteren die Warmwasserbehandlung von Hyazinthen und Narzissen empfohlen hatte, sowie auf Doucetti[7]), Griffiths[8]) und Chambers[9]).

Die Behandlungsdauer mit einem Warmwasserbade von 43,5° ist je nach Pflanzenart sowie Größe und Entwicklungsstadium der Zwiebeln verschieden; sie beträgt z. B. für Narzissen 2½—3½ Stunden. Nach Weiß empfiehlt sich ein Zusatz von Fungiziden zum Heißwasserbad, um einer späteren unerwünschten Überentwicklung des Erregers der *Fusarium*fäule vorzubeugen [Weiß[10]), vgl. auch S. 360].

---

[1]) Spencer und Strong, The potato tuber worm. Virginia Exp. Stat. 1925, Bull. 53. [2]) Smith, L., Nursery service. Monthly Bull. of Calif. **12**, 1928, S. 694.

[3]) van Slogteren, Bestrijding van Aalttjesziekten in Bolgewassen usw. Weekbl. voor Bloembollencultuur 1922. — [4]) ders., Address to the members of the Intern. Conference, 1923. — [5]) ders., De Toetassing van Warmte bej de Bestrijding van Bloembollenziekten usw. 20. Nederl. Nat. Geneeskundig Congres, Groningen 1925.

[6]) Ramsbotton, Experiments on the control of eelworm disease of narcissus. Journ. Royal Hortic. Soc. 43, 1918/19, S. 65.

[7]) Doucetti, The effect on Narcissus bulb pests of immersion in hot water. Journ. Econ. Entom. **19**, 1926, S. 248.

[8]) Griffiths, Experiments with hot-water treatment usw. U. S. St. Dept., Circ. 113, 1930.

[9]) Chambers, Hot water treatment of narcissus bulbs in Wisconsin. Journ. Econ. Entom. **23**, 1930, S. 47.

[10]) Weiß, The relation of the hot-water treatment of narcissus bulbs to basal rot. Phytopathology **19**, 1929, S. 100.

3. Stecklinge und Pflanzgut

Die chemische Entseuchung von Stecklingen und Pflanzgut kann durch Eintauchen in Bäder mit insektiziden Stoffen vorgenommen werden. Durch ein solches Verfahren können Setzreben oder Blindholz vor der Akarinose geschützt werden. Bei Wurzelreben dürfen die Wurzeln nicht längere Zeit mit der Flüssigkeit (20% Schwefelkalkbrühe) in Berührung kommen; bei Blindholz entseucht man das frisch geschnittene Holz und schneidet erst dann zurecht. Ruhende Knospen werden durch ein 5 Minuten dauerndes Eintauchen noch nicht geschädigt [Stellwaag[1])].

Rebenwurzeln können von Rebläusen durch ein längeres Bad in einer 3%igen Kaliumsulfokarbonatlösung befreit werden, der 1% schwarze Seife zugesetzt ist; nach Ablauf von 12 Stunden werden die Wurzeln kurz mit Wasser abgespült. Das Verfahren ist aber nach Thiem[2]) nicht unbedenklich, weil Schädigungen der Blindreben auftreten können; Wurzelreben überstehen die Behandlung. Eine kürzere Behandlung (4 Stunden) genügt nach Thiem nicht.

In den letzten Jahren wurde nochmals in größerem Umfang der Versuch gemacht, chemische Tauchbäder zur Entseuchung von Stecklingen und Jungpflanzen zu gebrauchen. Als es sich in Süddeutschland nach dem letzten Kriege darum handelte, einer weiteren Ausbreitung der San-José-Schildlaus durch eine systematische Entseuchung aller zum Versand kommenden Jungpflanzen vorzubeugen, wurden diese vielfach in Lösungen des zu den Phosphorsäureestern zählenden Präparates E 605 getaucht. Wenn auch die Wirksamkeit dieser Behandlung im großen und ganzen befriedigte, so machten sich doch die allgemeinen Nachteile eines solchen Naßverfahrens immer wieder störend bemerkbar. Einmal ist die Tiefenwirkung wäßriger Lösungen niemals so gut und gleichmäßig wie die einer Begasung, zumal sich auch Luftblasen bilden können, die dann den unmittelbaren Zutritt der Gifte lokal stören können; vor allem aber ist die Befeuchtung und die dadurch bedingte Rücktrocknung eine höchst unerwünschte Beigabe jeder Naßbehandlung. Schließlich darf auch nicht übersehen werden, daß sich die Entseuchung durch Tauchbehandlung im Betrieb wirtschaftlich ungünstiger stellt als eine Begasung.

Aus allen diesen Gründen heraus hat die Entwicklung dazu geführt, daß die Begasung mehr und mehr in den Vordergrund trat und daß eine moderne Entseuchung von Pflanzgut und Jungpflanzen ohne Begasung heute kaum noch denkbar ist. Mit der Begasung von Baumschulenerzeugnissen hat sich vor allem Beran[3]) eingehend beschäftigt; danach werden die Kern- und Steinobstsorten, die Beerensträucher, Rebenveredlungen, Unterlagen und Rosen durch eine Blausäurebegasung nicht nachteilig beeinflußt, während sich Pfirsiche und Azaleen als sehr empfindlich erwiesen. Zur sicheren Abtötung der San-José-Schildlaus müssen nach Beran[4]) bei verpacktem Baummaterial und 1stündiger Begasung

[1]) Stellwaag, Rechtzeitige Bekämpfung der Milbenkräuselkrankheit des Rebstockes usw. Nachr. f. Schädlingsbekämpfung **7**, 1932, S. 1. — [2]) Thiem, H., Über die Entseuchung von Böden und Reben. Der Deutsche Weinbau **6**, 1927, S. 403.

[3]) Beran, F., Untersuchungen über die Blausäureempfindlichkeit verschiedener Baumschulerzeugnisse. Mitt. Biolog. Reichsanst. Heft **63**, 1941, S. 13.

[4]) Beran, F., Untersuchungen zur Bekämpfung der San-José-Schildlaus mit Blausäure. Arb. physiolog. u. angew. Entom. **10**, S. 1—3, 1943.

je cbm 15 g Blausäure, bei unverpackten Pflanzen 10 g je cbm gebraucht werden. Für Waggondurchgasungen und für die Entwesung verpackten Pflanzenmaterials kommt nach Beran[1]) nur das Zyklonverfahren, für unverpackte Pflanzen auch das Calcidverfahren in Frage. Die Angaben von Beran gelten für gewöhnliche Begasungskammern; bei dem weiter oben beschriebenen Vakuumverfahren und bei Anwendung des Kreislaufsystems können bei erhöhter Sicherheit der Behandlung etwas geringere Konzentrationen gewählt werden.

Im allgemeinen gilt die Blausäure als das leistungsfähigste Verfahren nicht nur zur Abtötung der San-José-Schildlaus, sondern auch der Reblaus und anderer Schädlinge; sie hat den nicht zu unterschätzenden Vorzug, daß sie in den meisten Fällen für alle Entwicklungsstadien der Schädlinge in gleicher Weise hochgiftig ist, also auch die Eier abtötet. Jedoch werden auch heute noch Begasungen von Stecklingen und Jungpflanzen in großem Umfang mit Schwefelkohlenstoff vorgenommen, vielfach wird dem Schwefelkohlenstoff sogar eine besonders große Tiefenwirkung zugeschrieben [Makie[2])]. Die Zuverlässigkeit der Behandlung hängt hier wie bei der Blausäurebegasung auch von der Höhe der Begasungstemperatur ab. Bei Schwefelkohlenstoff sollen 20—25° C eingehalten werden [Thiem[3])]; bei Blausäure sollen nach Mackie[4]) Temperaturen von 15 bis 30° gewählt werden. Weiter muß gefordert werden, daß die zu begasenden Pflanzen sich im Ruhezustand befinden und daß sie vor allem völlig lufttrocken sind. Zu berücksichtigen ist weiter noch, daß ein Teil des Gases von dem Pflanzenmaterial absorbiert wird; ist der Begasungsraum mit einer reichlichen Menge von Pflanzenmaterial beschickt, empfiehlt es sich, die Begasungskonzentration nicht zu gering zu wählen.

Die modernen Begasungsmethoden haben weitgehend auch die früher vielfach zur Entseuchung, vor allem von Blindholz und Wurzelreben, verwendete Heißwasserbehandlung zurückgedrängt. Bolle[5]) hatte 1912 einen 5 Minuten langen Aufenthalt in Wasser von 55° C vorgeschlagen, der die Reben nicht schädigt, während die Winterläuse schon binnen 2 Minuten in Wasser von 52° abgetötet werden; nach Thiem[6]) genügt ein 5—7 Minuten dauerndes Heißwasserbad von 52° C. In Italien[7]) taucht man die Reben 5 Minuten in Wasser von 54,5 bis 55,5° C. Auch bei anderen Pflanzen ist eine Heißwasserentseuchung angewandt, so bei *Buxus* ein Heißwasserbad von 5 Minuten bei 48,5° C zur Bekämpfung von *Monarthopaplus buxi*; eine solche Behandlung erwies sich als gut wirksam, wenn auch gewisse Beschädigungen der zarten Blätter in Kauf genommen werden mußten.

---

[1]) Beran, F., Begasung von Baumschulerzeugnissen mit Blausäure. Flugbl. Nr. 180 der Biolog. Reichsanstalt 1941. — [2]) Mackie, D. B., Vacuum Fumigation. Monthly Bull. Calif. Dep. of Agric. **12**, 1923, S. 354.

[3]) Thiem, H., Über die Entseuchung von Böden und Reben. Der deutsche Weinbau **6**, 1927, S. 403.

[4]) Mackie, D. B., Observations on vacuum fumigation .Ebenda **20**, 1931, S. 399.

[5]) Bolle, Die Desinfektion von amerikanischen Schnittreben. Mitt. d. Deutschen Weinbauvereins **71**, 1912, S. 170.

[6]) Thiem, H., Entseuchung v. Versandreben. Weinbaulexikon, Berlin 1930, S. 193.

[7]) Norme per la disinfezione delle viti usw. Ref. Rev. of appl. Entom. Serie A.. 1915, S. 160.

C. Absperrmaßnahmen (Quarantäne)

Von Prof. Dr. H. Braun, Bonn

a) Umfang und wirtschaftliche Bedeutung der Verschleppung von Pflanzenschädlingen. b) Begriffsbegrenzung. c) Grundlagen der Pflanzenquarantäne. 1. Wirtschaftliche Gesichtspunkte. 2. Biologische Gesichtspunkte. d) Durchführung der Pflanzenquarantäne. 1. Grenzschutz. α) Bedingungslose Einfuhrverbote. β) Bedingte Einfuhr. γ) Durchfuhr. 2. Sperrung der Seuchengebiete.

Der Begriff der Quarantäne im Sinne der Humanmedizin ist zu Beginn des 15. Jahrhunderts geprägt worden. Damals führte man die Quarantäne in Venedig, Marseille und anderen Städten ein, um die Einschleppung der Pest zu verhüten. Man verstand darunter einen Zeitraum von 40 Tagen, „binnen welchem jemand, der aus einer wegen der ansteckenden Seuche verdächtigen Gegend kommt, in einem dazu bestimmten Lazarett von allen Menschen gesondert, damit man sieht, ob sich eine Krankheit an ihm äußere oder nicht, bleiben muß, bis er an den verlangten Ort eingelassen werden kann“[1]). Späterhin ging man von dem starren Zeitbegriff ab, wie der Hinweis aus dem Jahre 1741 zeigt[1]), „bisweilen wird die Quarantäne auch auf wenige Tage gesetzt, behält aber doch den Namen Quarantäne, sollten es nur gleich 10 Tage sein“. Die Fortschritte der Forschung führten zu der Erkenntnis, daß die Quarantäne in ihrer alten Form wirkungslos ist, weil nicht nur Kranke und Waren, sondern auch Gesunde die Krankheitserreger beherbergen und verschleppen können. Deshalb wurden Anwendung und Dauer immer mehr eingeschränkt, zumal die Quarantäne im alten Sinne ohnehin eine starke Störung des Reise- und Handelsverkehrs bedeutete, und dafür eine gesundheitliche Kontrolle aller ankommenden Schiffe, Viehtransporte usw. eingeführt. Man faßt deshalb den Begriff Quarantäne heute wesentlich weiter und versteht darunter alle Maßnahmen, die im See- und Landverkehr zur Abwendung von Menschen- und Tierseuchen auf Grund gesetzlicher Bestimmungen getroffen werden[2]). Für den internationalen Verkehr sind diese im wesentlichen durch das Internationale Sanitätsabkommen vom 21. Juni 1926 festgelegt, dem Deutschland am 18. Sept. 1930 beigetreten ist[3]). Für den inneren Verkehr im eigenen Lande hat jeder Staat eine Reihe weiterer Gesetze erlassen, um entstehende Seuchen im Keim zu ersticken oder wenigstens ihre weitere Ausbreitung zu verhüten[4]).

Es ist auffallend, daß die Umschreibung des Begriffs Quarantäne an keiner Stelle neben Mensch und Tier auch die Pflanze als schutzbedürftig gegen Gefahren, die ihr aus Verschleppung von Seuchen drohen, einbezieht. Selbst die in New York erscheinende „New International Encyclopaedia“ erwähnt die Pflanzenquarantäne noch nicht. Das ist um so überraschender, als gerade in den amerikanischen Fachschriften die Erörterung des Problems der Pflanzenquarantäne seit langem einen breiten Raum einnimmt und die Vereinigten Staaten bereits im Jahre 1912 ein als „Plant Quarantine Act“ bezeichnetes Gesetz erlassen haben.

---

[1]) Universal-Lexikon, verlegt von Johann Heinrich Dedler, Bd. 30, Leipzig 1741, S. 75.

[2]) Brockhaus' Konversations-Lexikon, 15. Aufl., Band 15. Leipzig 1933, S. 270.

[3]) Reichs-Gesetzblatt II, 1930, 589.

[4]) Z. B. für Deutschland: Schmedding, A. und Engels, E., Die Gesetze betreffend Bekämpfung übertragbarer Krankheiten. 2. Aufl. Münster 1929.

a) Umfang und wirtschaftliche Bedeutung der Verschleppung von Pflanzenschädlingen

Das völlige Außerachtlassen der Pflanzen bei Besprechung der Quarantäne in allen großen Nachschlagewerken dürfte dadurch seine Erklärung finden, daß man sich in breiten Kreisen über die Wichtigkeit der Pflanzenquarantäne als Maßnahme der Pflanzenhygiene bislang nicht klar ist, weil man, von den Fachleuten abgesehen, keine Vorstellung von den verhängnisvollen Folgen der Verschleppung von Pflanzenschädlingen hat. Es scheint deshalb geboten, zunächst an Hand einiger besonders eindrucksvoller Beispiele diese Folgen kurz zu beleuchten.

Die ersten Hinweise über die Einschleppung von Schädlingen aus fremden Ländern finden sich anscheinend in Baeckners[1]) 1752 erschienenem Werk „Noxa insectorum". Späterhin ist verschiedentlich versucht worden, zusammenfassend die Verschleppung von Pflanzenschädlingen zu beleuchten, so von Butler[2]) und von Reh[3]). Daneben haben sich einzelne Länder um die listenmäßige Zusammenstellung derjenigen Schädlinge bemüht, die bei ihnen ursprünglich nicht einheimisch gewesen, sondern vom Ausland eingeschleppt worden sind. Für die Vereinigten Staaten von Nordamerika z. B. liegen zwei derartige Arbeiten vor. Pierce[4]) hat ein umfangreiches Verzeichnis zusammengestellt, das sowohl Insekten enthält, die dorthin bereits eingeschleppt sind, als auch solche, die in den verschiedensten Teilen der Welt vorkommen und mit deren Einschleppung gerechnet werden muß. Bei den schon eingeschleppten wird unterschieden zwischen solchen, die noch nicht allgemein in den Vereinigten Staaten verbreitet sind, deren weitere Einschleppung und Ausbreitung man deshalb nach Möglichkeit verhindern muß, und solchen, für welche dies zutrifft und die als wichtigste Schädlinge zur Zeit anzusehen sind. Von den letzteren werden mehr als 100 Arten aufgeführt. Späterhin hat Stevenson[5]) ein Handbuch derjenigen Pflanzenkrankheiten herausgegeben, die für die Vereinigten Staaten neu oder in ihnen noch nicht weit verbreitet sind. Einleitend bemerkt er ausdrücklich, daß er sich dieser Arbeit unterzogen habe, um durch die Aufführung der großen Zahl von Krankheiten, die in fremden Ländern, aber noch nicht in den Vereinigten Staaten vorkommen, auf die Wichtigkeit der Pflanzenquarantäne aufmerksam zu machen.

Derartige Zusammenstellungen sind geeignet, eine Vorstellung von dem Umfang der Verschleppung von Pflanzenschädlingen zu geben; sie besagen jedoch noch nichts über die verderblichen Folgen der Verschleppung. Diese lassen sich am eindringlichsten durch zahlenmäßige Unterlagen über Ertrags- und Wertverluste beweisen, wie sie für verschiedene der wichtigsten Schädlinge nach ihrer Einschleppung in ein neues Gebiet, namentlich in einen neuen Kontinent, erarbeitet worden sind. Auf die Schwierigkeiten, die derartigen Bemühungen entgegenstehen und allen statistischen Erhebungen gegenüber eine gewisse Zurückhaltung angezeigt sein lassen, ist an anderer Stelle dieses Handbuchs ausführlich eingegangen worden[6]).

Betrachtet man zunächst die Folgen der Verschleppung von Schädlingen nach Europa, so hat bekanntlich vor allem der Weinbau unter diesen auf das schwerste

[1]) Dieses Handbuch Band 1, 1. Teil, 6. Aufl., Berlin 1933, S. 51.

[2]) Butler, E. J., The dissemination of parasitic fungi and international legislation. Mem. Dept. Agric. India Bot. Ser. **9**, 1917, 1—73.

[3]) Reh, L., Über Einfuhrbeschränkungen als Schutz gegen die Einschleppung pflanzenschädlicher Insekten. Ztschr. f. angew. Entomologie **4**, 1918, 189—237.

[4]) Pierce, W. D., A manual of dangerous insects likely to be introduced in the United States through importations. U. S. Dept. Agric., Office Secretary, Washington 1917.

[5]) Stevenson, J. A., Foreign plant diseases. U. S. Dept. Agric. Office Secretary. Washington 1926.

[6]) Siehe diesen Band S. 4f.

zu leiden. Nicht weniger als drei Großschädlinge verdankt der europäische Weinbau der Einschleppung aus Nordamerika: die Reblaus, den echten und den falschen Mehltau. Die Einschleppung aller drei Parasiten steht in einem gewissen inneren Zusammenhang. Gegen das erstmalig 1845 in England beobachtete *Oidium Tuckeri* suchte man sich in Frankreich durch Einführung widerstandsfähiger amerikanischer Reben zu schützen und schleppte dadurch um 1860 die Reblaus ein. Die danach einsetzende Einfuhr reblauswiderstandsfähiger amerikanischer Sorten zog 1878 die Einschleppung der *Plasmopara viticola* nach sich. Der Schaden, den *Oidium Tuckeri* verursacht, kommt am besten in den Ertragszahlen des französischen Weinbaus um die Mitte des 19. Jahrhunderts zum Ausdruck. Während 1850 der durchschnittliche Ertrag je ha noch 20,7 hl betrug, sank er 1851 auf 18,1 hl, 1852 auf 13,2 hl, 1853 auf 10,4 hl und 1854 auf 4,9 hl. Müller[1]) bemerkt dazu, daß der ganze französische Weinbau damals zugrunde gegangen wäre, wenn man nicht im gepulverten Schwefel ein wirksames Mittel gefunden hätte, von dem Frankreich heute alljährlich etwa 1 Million dz, Deutschland etwa 90000 dz [nach Zillig[2]) 23750 dz] aufwenden muß[3]). Von weit größerer Tragweite noch sind die Folgen der Reblauseinschleppung gewesen. Von den etwa 30000 ha Reben des französischen Departements Vaucluse waren 10 Jahre nach dem Auftreten der Reblaus 25000 ha vernichtet. 1884 waren in den gesamten Weinbaugebieten Frankreichs etwa 1 Million ha zerstört[3]). Die Folgen für Deutschland lassen sich an den Kosten ermessen, welche die Länderregierungen in den Jahren 1874—1928 (ausschließlich der Inflationsjahre 1918—1923) für die direkte und die indirekte Bekämpfung haben auswerfen müssen. Sie betragen für erstere 28½ Millionen RM und werden für letztere auf 9 Millionen RM geschätzt[4]), Beträge freilich, die noch weit übertroffen werden von den Kosten, die Frankreich durch die Bekämpfung der Reblaus erwachsen sind und die bis 1914 schätzungsweise 12 Milliarden Franken betragen haben sollen[5]). Von der *Plasmopara viticola* sagt Müller[3]), keine Krankheit füge dem Weinbau so außerordentlich schwere Schädigungen zu wie diese. Der durch diesen Pilz verursachte Ertragsausfall wird mit durchschnittlich 20—50% angegeben, kann aber bei starkem Befall auch wesentlich höher sein[5]). In Italien wurde er für das Jahr 1895 auf 12 Millionen hl, in Ungarn für die Jahre 1891 und 1892 auf 2—3 Millionen hl veranschlagt. Dem westschweizerischen Weinbau sind in den Jahren 1905—1914 auf einer Fläche von etwa 2800 ha Verluste in einer Gesamthöhe von 26 Millionen Franken entstanden[3]). Für den badischen Weinbau errechnen Müller und Sleumer[6]) für die beiden *Peronospora*-Jahre 1912 und 1913 einen Verlust von insgesamt rund 34,5 Millionen RM, für den französischen für die Jahre 1930 und 1932 je 280 bzw. 200 Millionen RM.

Unter den Schädlingseinschleppungen nach Europa, deren Folgen sich zahlenmäßig noch nicht im großen abschätzen lassen, weil sie erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit erfolgt sind, spielt die wichtigste Rolle der Kartoffelkäfer, der seit 1917 an der Westküste Frankreichs festen Fuß gefaßt hat und seitdem in unaufhaltsamem Vordringen nach Osten begriffen ist. Die Schäden, mit denen zu rechnen ist, lassen sich aber an der Höhe der durch diesen Parasiten in den Vereinigten Staaten verursachten Schäden bzw. der dort für seine Bekämpfung aufzuwendenden Kosten ermessen. Ohne zweckentsprechende Bekämpfungsmaßnahmen ist der Kartoffelbau

---

[1]) Müller, K., Weinbau-Lexikon. Berlin 1930, S. 559.

[2]) Zillig, N., Die wirtschaftliche Bedeutung des Rebschutzes in Deutschland. Mitt. Biolog. Reichsanst. Heft 62, 1941.

[3]) Müller, K., Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung. 2. Aufl. Karlsruhe 1922, S. 173, 142, 12.

[4]) 38. Denkschrift über die Bekämpfung der Reblaus 1924—1929. Bearbeitet von der Biolog. Reichsanst. Berlin 1931.

[5]) Dieses Handbuch Bd. 2, 5. Aufl. Berlin 1928, S. 430.

[6]) Müller, K. und Sleumer, H., Biologische Untersuchungen über die *Peronospora*-Krankheit des Weinstocks. Landw. Jahrb. **79**, 1934, 567.

in den verseuchten Gebieten bekanntlich überhaupt nicht möglich. Selbst bei gewissenhafter Durchführung dieser ist aber nach den Schätzungen von Hyslop[1]) mit einem durchschnittlichen jährlichen Ernteverlust von 8% zu rechnen, was für die Vereinigten Staaten einen Minderertrag von etwa 10,6 Millionen hl Kartoffeln im Werte von etwa 29 Millionen Dollar entspricht. Der Aufwand für die Arsenbespritzung wird mit 3¾ Dollar je ha angegeben, was einer Gesamtsumme von etwa 450000 Dollar entspricht, wenn man annimmt, daß nur $^1/_{10}$ der gesamten Kartoffelanbaufläche gegen den Käfer gespritzt wird. Die deutsche Kartoffelernte hat im Durchschnitt der Jahre 1925—1934 38,2 Millionen t betragen. Würde man die amerikanische Verlustziffer hierauf in Anrechnung bringen, so würde mit einem Ertragsausfall von 3 Millionen t im Werte von 90 Millionen RM zu rechnen sein, zu denen noch die Kosten für die Bekämpfung hinzuzurechnen sein würden. Bemerkenswert ist die Höhe der Kosten, die bei dem Auftreten des Käfers 1934 in Stade für seine Vernichtung aufgewandt wurden. Sie betrugen 108678,64 RM[2]). Im deutschen Bundesgebiet waren 1950 bis Ende Juli 1140817 ha Kartoffelanbaufläche gespritzt oder gestäubt worden[3]). Nimmt man ein Verhältnis von Spritzen zu Stäuben wie 3 : 1 an sowie die Kosten für ersteres mit 6,–, für letzteres mit 24,– DM/ha, so ergibt sich ein Kostenaufwand von rund 12 Mill. DM. Für den europäischen Hopfenbau ist die Einschleppung von *Pseudoperonospora humuli* zu einer ernsten Bedrohung geworden. Sie ist aus Japan oder den Vereinigten Staaten nach England eingeschleppt worden, wo sie erstmalig 1920 gefunden wurde und seitdem Ertragsverluste von 5—25% hervorruft[4]). 1923 trat sie in Deutschland auf und hatte 1926 allein im bayrischen Hopfenbau Verluste von über 30 Millionen RM zur Folge[5]). Für den Obstbau bedeutet die Einschleppung der San-José-Schildlaus, die erstmalig 1928 in Ungarn festen Fuß faßte und seitdem in unaufhörlicher Ausbreitung begriffen ist, eine schwere Bedrohung[6]). Sie gilt als gefährlichster Schädling dieser Kultur. Für den Waldbau sei schließlich noch auf die Einschleppung von *Rhabdocline pseudotsugae*[7]) hingewiesen, die in Amerika im ganzen Verbreitungsgebiet der Douglasfichte vorkommt. Sie wurde 1926 erstmalig in Schottland, 1930 gleichzeitig in Dänemark, Deutschland und Holland beobachtet. Zahlenmäßige Unterlagen über die schädliche Wirkung des Parasiten liegen noch nicht vor.

Schwerer noch als Europa hat Amerika unter den Folgen der Einschleppung von Pflanzenschädlingen zu leiden. Mindestens die Hälfte der in den Vereinigten Staaten schädlichen Insekten sind fremden Ursprungs[8]). Von den „Vier apokalyptischen Reitern" [four horsemen[9])] der amerikanischen Insektenseuchen sind nicht weniger als drei eingeschleppt worden: *Anthonomus grandis, Blissus leucopterus* und *Mayetiola destructor*. Als der schädlichste von allen gilt der aus Mexiko stammende und etwa 1890 in die Vereinigten Staaten eingedrungene Baumwollkapselkäfer. Die

---

[1]) Nach Schwartz, Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **13**, 1933, 19.

[2]) Schwartz, M., Kartoffelkäferbekämpfung in Zahlen. Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **15**, 1935, 62.

[3]) Gesunde Pflanzen 1950, **2**, 207, 236—237.

[4]) Dieses Handbuch Bd. 2. 5. Aufl. Berlin 1928, S. 441.

[5]) Zattler, F., Die Bekämpfung der *Peronospora*-Krankheit des Hopfens und die erzielten Erfolge in Bayern im Jahre 1917. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzensch. **5**, 1928, 254.

[6]) Dollar, N., Die Verbreitung der San-José-Schildlaus *Quadraspidiotus perniciosus* (Const.). Entomon 1949, **1**, 10—19.

[7]) van Vloten, H., *Rhabdocline pseudotsugae* Sydow, oorzaak eener ziekte van Douglas-spar. Santpoort 1932.

[8]) Weber, G. A., The plant quarantine and control administration. Washington 1930, S. 2.

[9]) Speers, L. C., Insects'toll on agriculture forces new control methods. New York Times vom 31. 8. 1930.

durch ihn verursachten Ertragsausfälle schätzt Hinds[1]) auf 20—40% einer Normalernte, was einer Menge von 2—5 Millionen Ballen Baumwolle entspricht. Hinds berechnet weiter, daß der Baumwollverbraucher in USA infolge der gestiegenen Preise eine „boll weevil tax" von nicht weniger als 10 Dollar je Kopf bezahlt, was bei einer Bevölkerung von über 100 Millionen Köpfen einen Betrag von über 1 Milliarde Dollar ergibt als Tribut an diesen „Mexican bandit". Die Weizenwanze ist ursprünglich in Südamerika heimisch gewesen und von dort vor Mitte des 19. Jahrhunderts über Mittelamerika nach den Vereinigten Staaten und Kanada vorgedrungen. Der Gesamtverlust in USA wird für die Zeit von 1850 bis 1909 auf 350 Millonen Dollar angegeben[2]), während die Schätzungen der durchschnittlichen Jahresverluste sich zwischen 7 und 100 Millionen Dollar bewegen. Die Hessenfliege, vermutlich schon 1779 nach Nordamerika eingeschleppt, hat im Herbst 1899 und Frühjahr 1900 allein im Staate Ohio Ertragsausfälle im Werte von 17 Millionen Dollar verursacht[2]). Von den neuerdings nach Nordamerika eingeschleppten Schädlingen verdient besonders der Maiszünsler hervorgehoben zu werden, der 1907 erstmalig in Boston festgestellt wurde, wohin er wahrscheinlich sieben Jahre vorher mit Hirseladungen aus Ungarn und Italien gebracht worden war. Seitdem hat er sich in Nordamerika zu einem Großschädling ersten Ranges entwickelt, von dem bereits im Jahre 1924 in den Vereinigten Staaten 65000 qkm befallen waren. Der Kornausfall im Jahre 1920 ist auf 90 Millionen t im Werte von 119 Millionen Dollar berechnet worden[3]). Dem amerikanischen Luzernebau ist ein gefährlicher Feind in dem Blattnager *Phytonomus variabilis* erwachsen, der erstmalig 1904 in Utah beobachtet wurde und sich von hier aus bis zum Jahre 1926 auf weitere sechs angrenzende Staaten ausgebreitet hat[4]). Ein insbesondere für die Citrus-Kulturen außerordentlich gefährlicher Schädling, die schwarze Citrus-Fliege, *Aleurocanthus Woglumi*, ursprünglich in Indien heimisch, tauchte 1910 auf den Philippinen auf und wurde Anfang der zwanziger Jahre erstmalig auf den großen und kleinen Antillen und 1935 in Mexiko gefunden, wo sie 1947 die Stadt Guyamas erreicht hat, von wo aus sie nun die riesigen Plantagen im Süden der USA bedroht[5]). Die Zahl der Beispiele für die verheerenden Folgen der Schädlingseinschleppung in den Vereinigten Staaten ließe sich leicht vermehren. Weber[6]) gibt an, daß die Verluste an Ernteprodukten, die allein durch die vor 1912 eingeschleppten Schädlinge heute alljährlich verursacht werden, auf nicht weniger als etwa 1 Milliarde Dollar geschätzt werden. Wenn auch die Vereinigten Staaten vielleicht besonders schwer betroffen sind, so liegen die Verhältnisse für die Mehrzahl der andern Länder grundsätzlich vollkommen gleichartig.

Vereinzelt wird darauf hingewiesen, daß die Einschleppung von Schädlingen auch nützliche Folgen gehabt habe, indem die gesamte Landeskultur oder die Kultur der von der Einschleppung betroffenen Pflanzenarten durch die in der Folge notwendig gewordenen Maßnahmen gehoben worden sei. So erwähnt Morstatt[7]), daß die Baumwollpflanzer von Alabama dem Baumwollkapselkäfer ein Denkmal gesetzt hätten, weil durch seine Einschleppung das ganze Wirtschaftsleben der Baumwollzone entscheidend umgestaltet worden und er damit „ein Führer zum

---

[1]) Hinds, W. E., Progress in cotton boll weevil control. Journ. econ. Entomol. **19**, 1926, 113.

[2]) Dieses Handbuch Bd. 5, 4. Aufl. Berlin 1932, S. 432.

[3]) Wilke, S., Der Maiszünsler (*Pyrausta nubilalis Hb.*), eine neue Gefahr für den Körnermaisbau. Deutsche Landw. Presse **53**, 1926, 248.

[4]) Reeves, G. I., Alfalfa weevil control methods. Yearbook of Agriculture 1926. U. S. Dept. Agric. Wash. 1927, 121—122.

[5]) Annand, P. N., Today in foreign Plant Quarantine. Journ. econ. Entomology **43**, 1950, 139—145.

[6]) Weber, G., A., The plant quarantine and control administration. Washington 1930, S. 2.

[7]) Dieser Band S. 19.

Wohlstand" geworden sei. Thiem[1]) bespricht die mit der Überwindung der Reblauskrise verbundenen Vorteile, die weinbaulicher, wirtschaftlicher und kultureller Art sind, und macht sich die von anderer Seite aufgestellte Behauptung zu eigen, daß die Reblaus eine Bahnbrecherin des Fortschritts sei.

Diese Auffassung dürfte der Bedeutung der Frage kaum ganz gerecht werden. Man müßte sonst folgerichtig den Standpunkt vertreten, daß die Einschleppung des Kartoffelkäfers für die europäische Landwirtschaft als ein Glück anzusehen ist! Es ist selbstverständlich, daß man, wenn die Kultur einer Pflanzenart durch Einschleppung eines Schädlings in ihrem Bestehen bedroht ist, sein ganzes Denken und Trachten darauf richtet, dieser Gefahr Herr zu werden. Daß man in diesem Bestreben zu Maßnahmen gelangt, die gegenüber den bisher gebräuchlichen Verfahren eine mehr oder minder große Verbesserung bedeuten, liegt natürlich im Bereich der Möglichkeit. Deshalb kann unter Umständen, wie Thiem[1]) von der Reblauskrise meint, das Unglück sich für viele in ein Glück verwandeln. Wer aber will die Gewähr übernehmen, daß diese ideale Lösung gefunden wird? In der Mehrzahl der Fälle wird man zufrieden sein müssen, wenn man zu einem modus vivendi gelangt, der trotz der durch die Aufwendungen für die Bekämpfungsmaßnahmen gesteigerten Produktionskosten und der durch die Schädigungen verminderten Erträge die Aufrechterhaltung der gefährdeten Kultur ermöglicht. Dieser Ausgleich, der stets erst nach einer mehr oder weniger langen Reihe von besonders verlustreichen Jahren zu erreichen und dadurch von vornherein belastet sein wird, bedeutet immer noch eine gegenüber der Lage vor der Einschleppung erhöhte Belastung der Wirtschaft des einzelnen wie des Volkes. Wäre das nicht der Fall, so wären die modernen Bestrebungen der Resistenzzüchtung überhaupt nicht zu verstehen.

Die Betrachtungen über Schaden und Nutzen der Einschleppung von Pflanzenschädlingen müssen deshalb notgedrungen zu dem Schluß führen, daß auf jeden Fall ihre Verhinderung den Vorzug gegenüber ihrer Zulassung verdient. Die Frage ist nur, welche Maßnahmen uns zur Verfügung stehen, um dieses Ziel zu erreichen. Wie schwierig sie zu beantworten ist, zeigt die Einstellung von Stakman[2]) sehr deutlich; er meint, es sei viel leichter zu beweisen, daß Pflanzenschutzgesetze wünschenswert seien, als Gesetzesmaßnahmen und Durchführungsvorschriften vorzuschlagen, die einen richtigen Schutz der Interessen des Pflanzenbaues ohne besondere Härten gewährleisteten, Härten, die zur Unzufriedenheit führten und eine billige Durchführung erschwerten.

b) Begriffsbegrenzung

Alle Maßnahmen, welche der Verhinderung der Einschleppung oder Verschleppung von Pflanzenkrankheiten dienen, faßt man heute gemeinhin als Pflanzenquarantäne zusammen. Am treffendsten dürfte dieser Begriff durch die Definition des National Plant Board umrissen sein.

Das National Plant Board ist eine im Jahre 1926 durch die Initiative der American Association of Economic Entomologists ins Leben gerufene nicht amtliche Dachorganisation für die damals bereits bestehenden vier Vereinigungen, welche die verantwortlichen Quarantänebeamten der westlichen, der zentralen, der mittelatlantischen und nordöstlichen und der südlichen Staaten zusammenfassen.

Das National Plant Board hat 1931 Grundsätze der Pflanzenquarantäne (Principles of plant quarantine) aufgestellt, in denen unter Punkt 1 folgende Defi-

[1]) Thiem, H., in Seeliger, R., Der neue Weinbau. Berlin 1933, S. 20—22.
[2]) Stakman, E. C., Die Bedeutung eines Pflanzenschutzgesetzes für die europäischen Länder. Mitt. Deutsche Landw. Ges. **46**, 1931, 515.

nition der Pflanzenquarantäne gegeben ist[1]): „A quarantine is a restriction, imposed by duly constituted authorities, whereby the production, movement or existence of plants, plant products, animals, animal products, or any other article or material, or the normal activity of persons, is brought under regulation, in order that the introduction or spread of a pest may be prevented or limited, or in order that a pest already introduced may be controlled or eradicated, thereby reducing or avoiding losses that would otherwise occur through damage done by the pest or through a continuing cost of control measures."

Ganz abgesehen davon, daß meines Wissens weder die deutsche Literatur noch die anderer Länder eine Begriffsbestimmung für Pflanzenquarantäne bringt, erscheint es auch deswegen naheliegend, diejenige des National Plant Board zum Ausgangspunkt der Betrachtungen über Absperrmaßnahmen zu machen, weil die Vereinigten Staaten, insbesondere aber der Staat Kalifornien durch seine eigentümliche geographische Lage, in der Ausgestaltung der Pflanzenquarantäne seit langem eine führende Stellung einnehmen und sich mit den einschlägigen Fragen auf das eingehendste befaßt haben.

Aus der Definition geht hervor, daß es sich bei der Pflanzenquarantäne genau wie bei der Quarantäne zur Abwendung von Menschen- und Tierseuchen um Maßnahmen handelt, die von der Staatsgewalt verordnet werden. Das kommt in den Worten „duly constituted authorities" eindeutig zum Ausdruck. Aber auch ohne diesen ausdrücklichen Hinweis ist bei dem Wesen der Quarantäne eine Lösung der Aufgaben der Pflanzenquarantäne auf einem anderen Wege als dem der obrigkeitlichen Verordnungen nicht denkbar. Ein wirksamer Schutz eines Staatsgebietes gegen die Einschleppung und Verschleppung von Pflanzenschädlingen würde niemals zu erreichen sein, wenn es der Einsicht und dem guten Willen des einzelnen überlassen bleiben würde, ob und wieweit er sich an diesen Schutzmaßnahmen beteiligen will, die ihn unter Umständen in seiner wirtschaftlichen Freiheit mehr oder minder schwer beeinträchtigen und wirtschaftliche Verluste zur Folge haben. In den meisten Staaten der Welt ist deshalb, nachdem man sich über die Wichtigkeit eines solchen Schutzes klar geworden ist, eine Pflanzenquarantäne durch Gesetze und Verordnungen eingeführt worden, deren Ausgestaltung im einzelnen entsprechend den ganz verschieden gelagerten Belangen und Möglichkeiten weitgehende Unterschiede aufweist. Seit langem macht sich das Bestreben geltend, bei aller Würdigung der besonderen Erfordernisse des Einzelstaates die Pflanzenquarantäne der ganzen Welt unter einheitliche Gesichtspunkte zu bringen, um auf diese Weise eine engere Zusammenarbeit aller Staaten und damit eine Steigerung der Wirksamkeit der Pflanzenquarantäne zu erreichen. Diese Bestrebungen fanden ihren ersten sichtbaren Ausdruck in dem Entwurf zu einer Internationalen Phytopathologischen Konvention, dessen Wortlaut 1914 auf der Internationalen Phytopathologischen Konferenz in Rom festgesetzt wurde. Zu der angestrebten Ratifikation dieser Konvention durch die Regierungen der beteiligten Staaten ist es durch den Ausbruch des Ersten Weltkrieges nie gekommen. Die Bestrebungen um Vereinheit-

[1]) Leiby, R. W., Report of secretary of National Plant Board. Journ. econ. Entom. **25**, 1932, 486—487.

lichung der Grundlagen der Pflanzenquarantäne aller Staaten sind jedoch nach Beendigung des Krieges erneut aufgenommen worden. Am 16. 4. 1929 wurde in Rom zwischen den Vertretern von 46 Ländern ein neues internationales Pflanzenschutzabkommen vereinbart, das sich in seinem Wortlaut eng an den Entwurf von 1914 anlehnt[1]).

Nach Artikel 23 soll dieses Abkommen in Kraft treten: für die ersten drei souveränen Länder, welche es ratifiziert haben, sechs Monate nach dem Tage der dritten Ratifikation, für die übrigen Länder jeweils sechs Monate nach der Hinterlegung der Ratifikations- oder Beitrittsurkunde. Als erste haben Ägypten, Italien und Finnland ihre Ratifikationsurkunden am 30. 6. 1930 bzw. 27. 10. 1930 bzw. 15. 7. 1931 hinterlegt. Demnach ist für diese Staaten das Abkommen am 15. 1. 1932 in Kraft getreten. Seitdem haben weitere Staaten das Abkommen ratifiziert.

Daß aber auch mit diesem Abkommen das Ziel noch keineswegs erreicht war, beweist eindeutig die folgende 1935 von Güssow in der phytopathologischen Sektion eingebrachte und vom 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam angenommene Entschließung[2]):

Der Sechste Internationale Botaniker-Kongreß drückt die Überzeugung aus, daß ein durchgreifender und dauernder Kampf gegen Pflanzenkrankheiten und Insektenschäden nur wirkungsvoll sein kann, wenn er auf internationaler Grundlage und in enger Zusammenarbeit geführt wird; daß international eine möglichst rege und häufige Aussprache über die Fragen der Kontrolle der Pflanzenkrankheiten stattfinden muß, um den wünschenswerten Gesundheitszustand von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen für den Export zu gewährleisten; er ist einmütig der Ansicht, daß dies den internationalen Handel auf den entsprechenden Gebieten sehr erleichtern wird. Er schlägt vor, diesen Beschluß dem Völkerbund zu unterbreiten, um ihn wissen zu lassen, daß der Kongreß die Absicht des Völkerbundes, sich mit phytopathologischen Fragen eingehend zu beschäftigen, auf das wärmste unterstützt; der Kongreß bittet den Völkerbund, diesen Problemen besondere Beachtung zu widmen.

Diese Entschließung hat offenbar auch die Neufassung des Entwurfs der Internationalen Pflanzenschutzkonvention mitbestimmt, die in der Sitzung der Food and Agricultural Organisation (FAO) im Mai 1950 in Den Haag vorgelegt worden ist. Nach ihrer Präambel haben die vertragschließenden Regierungen das Abkommen in Anerkennung der Nützlichkeit einer internationalen Zusammenarbeit bei der Bekämpfung des Auftretens und bei der Verhütung der Einschleppung und Verbreitung von Schädlingen und Krankheiten und mit dem Wunsche, eine enge Koordinierung der zu diesem Zweck erlassenen Maßnahmen sicherzustellen, vereinbart.

Auf die Pflanzenquarantäne als Gegenstand der Pflanzenschutzgesetzgebung wird an anderer Stelle dieses Handbuchs ausführlich eingegangen. Im Rahmen der Pflanzenhygiene hat die Besprechung der Pflanzenquarantäne zunächst die grundlegenden Gesichtspunkte darzulegen, unter welche sie gestellt werden muß, wenn sie ihrer eigentlichen Aufgabe gerecht werden soll. Anschließend ist ein Überblick über die Maßnahmen der Pflanzenquarantäne zu geben. Dabei muß, schon aus Gründen der Raumbeschränkung, von einer restlosen Anführung der zahlreichen in den einzelnen Ländern geltenden Bestimmungen abgesehen wer-

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1929, 169—174.
[2]) Proceed. 6. Internationaler Bot. Congr. Amsterdam 1935, **1**, 1936, 405.

den; auf eine solche kann auch um so eher verzichtet werden, als diese Bestimmungen häufig einem schnellen Wechsel unterliegen. Es kann sich deshalb hier nur darum handeln, die Durchführung der Quarantäne in ihren Grundzügen an Hand möglichst treffender Beispiele darzustellen.

c) Grundlagen der Pflanzenquarantäne

Vorbedingung für eine zweckentsprechende Gestaltung der Pflanzenquarantäne ist zunächst eine klare Zielsetzung. Nach der Definition des National Plant Board ist der Zweck der Pflanzenquarantäne ein doppelter. Einmal kann es sich darum handeln, die Einschleppung oder Ausbreitung einer „Seuche" zu verhindern oder einzuschränken, zum andern darum, eine bereits eingeschleppte „Seuche" zu bekämpfen oder auszurotten. Daß damit kein Selbstzweck verfolgt wird, bedarf eigentlich kaum der Erwähnung. Trotzdem wird es in der Definition noch klar ausgesprochen: Es sollen auf diese Weise Verluste vermindert oder vermieden werden, die sonst durch die im Gefolge der „Seuche" auftretenden Schäden oder durch die fortlaufenden Kosten für die Bekämpfung entstehen würden. In Wahrheit ist dieser Hinweis freilich doch nicht so überflüssig, wie es zunächst scheinen mag. Er deutet nämlich einen der wichtigsten Gesichtspunkte an, die vor Einführung einer Quarantänemaßnahme zu beachten sind.

1. Wirtschaftliche Gesichtspunkte

Smith und seine Mitarbeiter[1]) haben in einer umfangreichen und sehr gründlichen Arbeit über die Pflanzenquarantäne in Kalifornien betont, daß die Bewertung der Pflanzenquarantäne nicht nur ein biologisches Problem ist, sondern auch nach wirtschaftlichen Maßstäben zu messen ist. Sie haben das Grundsätzliche gerade dieser Seite des Gesamtfragenkomplexes, die in den meisten sich mit der Pflanzenquarantäne befassenden Veröffentlichungen nur eine untergeordnete Rolle spielt und völlig zurücktritt hinter der Erörterung der biologischen Fragen, eingehend beleuchtet. Wollte man es in einer Formel zusammenfassen, so entspräche es etwa dem zunächst vielleicht als überflüssig erscheinenden Schlußteil der Definition des National Plant Board. Dieser besagt letzten Endes nichts weiter, als daß vor Einführung einer Pflanzenquarantänemaßnahme auf das gewissenhafteste die Frage zu prüfen ist: in welchem Verhältnis stehen die mit dieser Einführung notgedrungen verbundenen Kosten sowie vor allem die aus ihr sich ableitenden mannigfachen Weiterungen für die Wirtschaft der Gesamtheit und des einzelnen zu denjenigen Verlusten und Kosten, mit denen nach einer infolge des Fehlens jeglicher Überwachung erfolgenden Einbürgerung des Schädlings, gegen den sich die Maßnahme richtet, zu rechnen ist. Dabei mag zunächst unterstellt werden, daß durch die Quarantäne ein vollkommener Ausschluß des Schädlings erreicht wird, eine Voraussetzung, deren Berechtigung später noch zu erörtern sein wird.

Die Abwägung der wirtschaftlichen Folgen der Einführung bzw. Unterlassung einer Quarantäne begegnet großen Schwierigkeiten. Was zunächst

[1]) Smith, H., S. u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California, Bul. **553**, 1933, 12.

die Folgen der Einbürgerung eines Schädlings betrifft, so wird die Betrachtung der biologischen Seite des Problems noch zeigen, daß es nur sehr bedingt möglich ist, auf Grund der Schädigungen in einem anderen Lande Schlüsse auf deren Ausmaß nach der Einschleppung des Schädlings in ein neues Gebiet zu ziehen. Dazu kommt, daß die statistische Erfassung von Schäden, die durch Pflanzenkrankheiten hervorgerufen werden, bekanntlich überhaupt große Unsicherheitsfaktoren in sich schließt[1]). Man darf auch nicht vergessen, daß die mengenmäßigen Verluste nur einen Teil der Schäden darstellen. Qualitätsminderungen fallen häufig nicht weniger ins Gewicht. Weiter erfährt die Preisbildung nicht nur der von dem betreffenden Schädling befallenen Frucht weitgehende Veränderungen; auch die Preisbildung anderer Fruchtarten kann stark in Mitleidenschaft gezogen werden. Es kann zu grundlegenden Veränderungen im gesamten Anbauverhältnis und zu tiefgreifenden Umgestaltungen der landwirtschaftlichen Betriebsverhältnisse des ganzen Landes kommen, wie das von Morstatt[1]) erwähnte Beispiel der Einbürgerung des mexikanischen Baumwollkapselkäfers (*Anthonomus grandis*) in Alabama erkennen läßt. Die Einschleppung eines Schädlings in ein Land kann ferner dadurch von weittragender Bedeutung werden, daß andere mit diesem im Handelsverkehr stehende Staaten, in denen der Schädling noch nicht auftritt, daraufhin Quarantänemaßnahmen treffen, die den Absatz der betroffenen Waren sehr erschweren. Diese Hinweise mögen genügen, um zu zeigen, wie schwer die wirtschaftlichen Folgen der Einbürgerung eines Schädlings in ihrer Gesamtheit zu übersehen und richtig zu bewerten sind; trotzdem muß eine möglichst sorgfältige Abschätzung dieser Werte unbedingt gefordert werden. Verhältnismäßig leicht dagegen werden sich die Kosten ermitteln lassen, die für die fortlaufende Bekämpfung des eingeschleppten Schädlings aufzuwenden sind. Ihre Höhe wird sich u. a. danach richten, ob die Bekämpfung vollkommen neuartige Maßnahmen erfordert oder ob sie sich mit bereits gegen andere Schädlinge zur Anwendung gelangenden oder mit gebräuchlichen Kulturmaßnahmen verbinden läßt. In letzterem Falle wird der einzusetzende Betrag erheblich geringer ausfallen.

In gleicher Weise wie die Folgen der Unterlassung einer Quarantänemaßnahme sind diejenigen ihrer Einführung möglichst genau abzuschätzen. Zunächst muß hervorgehoben werden, daß letztere von vornherein ersterer gegenüber insofern benachteiligt ist, als sie notgedrungen stets in irgendeiner Weise in einen bisher völlig freien und ungebundenen Reise- und Handelsverkehr störend eingreifen muß, indem sie ihn bestimmten Beschränkungen unterwirft. Sie wird deshalb von jedem Betroffenen, der die tieferen Zusammenhänge nicht kennt, als eine Verschlechterung gegenüber dem bisherigen Zustand empfunden werden. Dieses psychologische Moment gewinnt dadurch an Gewicht, daß es bei einem außerordentlich großen Kreis von Menschen ausgelöst wird; durch die Einführung werden unmittelbar viel mehr Menschen betroffen als durch die Unterlassung der Quarantäne, da ja unter der Einschleppung eines Schädlings unmittelbar nur diejenigen zu leiden haben, die sich mit dem Anbau der befallenen Pflanzenart befassen, während in den Reise- und Handelsverkehr ein ungleich größerer

[1]) Näheres siehe diesen Band S. 3—4, 19.

Anteil der Bevölkerung eines Landes einbezogen ist. Wenn auch diesem psychologischen Moment selbstverständlich keine entscheidende Bedeutung beigemessen werden darf, so muß es doch bei der Bewertung der Folgen einer Quarantäne unbedingt berücksichtigt werden, zumal es bei der praktischen Durchführung eine noch zu erwähnende Verpflichtung auferlegt. Verhältnismäßig leicht werden sich die Kosten für die Durchführung der Maßnahme feststellen lassen. In ganz ähnlicher Weise wie diejenigen für die fortlaufende Bekämpfung werden sie niedrig sein, wenn bereits ein Quarantänedienst besteht, in dessen Rahmen sich die neue Überwachung unschwer eingliedern läßt, während sie sich wesentlich höher stellen werden, wenn ein solcher erst ins Leben gerufen werden muß. Sehr viel schwerer sind dagegen die weiteren Wirkungen zu übersehen, welche die Einführung einer Quarantänemaßnahme nach sich ziehen kann. Sie werden naturgemäß weitgehend durch die Art der Quarantäne bestimmt werden, die, wie noch zu zeigen sein wird, in sehr verschiedener Weise zur Durchführung gelangen kann. Ein vollständiges Einfuhrverbot wird sich viel einschneidender auswirken, als wenn die Einfuhr zugelassen und nur von der Erfüllung bestimmter Bedingungen abhängig gemacht wird. Ersteres wird unter Umständen die Preisgestaltung in dem geschützten Gebiet nicht unerheblich beeinflussen können, wobei von Bedeutung sein wird, wie dringend das unter die Quarantäne fallende Erzeugnis benötigt wird. Es wird sich hierbei um die Beachtung ganz ähnlich gelagerter Zusammenhänge handeln können, wie sie die Einführung von Schutzzöllen nach sich ziehen kann. Dieser Vergleich weist schließlich noch auf einen letzten sorgfältig zu prüfenden Gesichtspunkt hin. Bekanntlich werden Schutzzölle fast stets von dem betroffenen Einfuhrland mit Maßnahmen ähnlicher Art beantwortet, um die nachteiligen Wirkungen auszugleichen. Eine solche Rückwirkung darf ebenso bei der Einführung von Quarantänemaßnahmen nicht außer acht gelassen werden. Sie braucht auch nicht immer sichtbaren Ausdruck in dem Erlaß von Quarantänebestimmungen durch das Einfuhrland zu finden. Dieses kann unter Umständen eine viel nachhaltigere Gegenwirkung durch eine zweckentsprechende Umstellung seiner landwirtschaftlichen Erzeugung erreichen, indem es die von dem Einfuhrverbot betroffenen Kulturen zugunsten anderer einschränkt, mit denen es dem Quarantäneland Konkurrenz machen kann.

Zu derartigen „Vergeltungsmaßnahmen" sollte freilich die Einführung einer Quarantäne niemals führen. Von den verschiedensten Seiten wird davor gewarnt, sich zu einer solchen aus handels- oder finanzpolitischen Erwägungen bestimmen zu lassen. „Such procedure is not an honest application of the principles of plant quarantine"[1]). Fleury[2]) hat sich aufs schärfste dagegen verwahrt, die Politik in die Quarantäne hineinzutragen.

Als warnendes Beispiel führt er die Aufhebung der innerstaatlichen Quarantänemaßnahmen gegen den Maiszünsler (*Pyrausta nubilalis*) in den Vereinigten Staaten an, die am 15. 7. 1932 erfolgte, nachdem der Kongreß für das am 1. 7. 1932 be-

[1]) Nach einem Vortrag von H. T. Güssow auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935.

[2]) Fleury, A. C., Recent trends in plant quarantine. Monthly Bul. Dep. Agric. California **32**, 1934, 65.

ginnende Rechnungsjahr statt des geforderten Betrages von 795000 Dollar nur 295000 Dollar für die Durchführung der Abwehrmaßnahmen zur Verfügung gestellt hatte[1]). Infolgedessen beschränkt sich seitdem das Department of Agriculture auf die Beobachtung der Verbreitung des Schädlings und Anregungen zu seiner Bekämpfung, während die Verhinderung seiner Verschleppung in bisher unverseuchte Gegenden den interessierten Einzelstaaten überlassen bleibt. Fleury gibt dazu noch die weitere bemerkenswerte Erläuterung: „It is interesting to note that the materially lessened appropriation carried a proviso that no part of it should be used for highway inspection, thus largely nullifying ability of the Federal Bureau of Plant Quarantine to give proper enforcement. This effort to interfere in enforcement apparently was based on objections of certain individuals having a personal interest in the area under quarantine, whose influence brought about revocation, regardless of what might be the future effect on those corn-growing states to which the pest has not spread."

Auch das Internationale Pflanzenschutzabkommen von 1929 hat sich erfreulicherweise diese Auffassung ausdrücklich zu eigen gemacht.

Artikel 8 verpflichtet die Vertragsländer, Ein- oder Durchfuhrverbote für Pflanzen oder Pflanzenteile aus einem bestimmten Herkunftslande aus Gründen des Pflanzenschutzes nur zu erlassen, wenn das Vorkommen einer Pflanzenkrankheit oder eines Schädlings in dem Gebiete dieses Landes tatsächlich festgestellt worden ist und wenn eine wirkliche Notwendigkeit besteht, die Kulturen des Landes, welches das Einfuhrverbot erlassen hat, davor zu schützen[2]). Artikel V des Entwurfs der Neufassung der Internationalen Pflanzenschutzkonvention[3]) unterstreicht diese Forderung noch durch den Zusatz, daß alle Einschränkungen oder Vorschriften, die ein vertragschließendes Land vorschreibt, nur aus biologischen Erwägungen erlassen werden sollen.

2. Biologische Gesichtspunkte

Smith und seine Mitarbeiter[4]) betonen, daß „economic embargos disguised as quarantines in name only tend to discredit all sound quarantines and should be avoided". Deshalb messen sie dem Nachweis, daß eine Quarantäne „biologisch gesund" ist, große Bedeutung bei und halten es für außerordentlich wichtig, von der Erfüllung dieser Forderung auch die Bevölkerung desjenigen Landes zu überzeugen, gegen dessen Erzeugnisse sich die Quarantäne richtet, weil auf diese Weise am ehesten die Einführung von Vergeltungsmaßnahmen verhütet werden wird.

Die Frage, wann eine Quarantäne als „biologisch gesund" zu betrachten ist, leitet über zu den biologischen Gesichtspunkten, die vor Einführung einer Quarantäne zu prüfen und weiterhin ständig einer Nachprüfung zu unterziehen sind, um gegebenenfalls eine nicht mehr als „biologisch gesund" zu betrachtende Maßnahme wieder aufzuheben oder durch zweckentsprechende Umgestaltung den veränderten Verhältnissen anzupassen.

Als Beispiele für die aus einer Nachprüfung möglicherweise sich ergebenden Folgerungen führt Fleury[5]) die Aufhebung der Quarantäne Kaliforniens gegen den

[1]) Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **12**, 1932, 81.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1929, 171. [3]) Vgl. S. 381.
[4]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Agric. Exp. Stat. California, Bul. **553**, 1933, S. 59.
[5]) Fleury, A. C., Recent trends in plant quarantine. Monthly Bul. Dep. Agric. California **32**, 1934, 64.

Citruskrebs und die Milderung der Maßnahmen gegen die Citrusmelanose an. Nachdem der Citruskrebs in Florida wieder ausgerottet ist, besteht kein Grund, die Quarantäne gegen ihn noch aufrecht zu erhalten. Der Erreger der Citrusmelanose in Kalifornien wird neuerdings als identisch mit dem der Citrusmelanose in den Golfstaaten angesehen; Unterschiede im Ausmaß der Schädigungen werden auf klimatische Einflüsse zurückgeführt. Deshalb erscheint in diesem Fall eine Milderung der Maßnahmen gerechtfertigt.

Von einer „biologisch gesunden" Pflanzenquarantäne verlangen Orton und Beattie[1]), daß sie sich auf die Naturgesetze gründet, welche die Verbreitung von Parasiten bestimmen. Auch Güssow[2]) bezeichnet als brauchbar nur diejenigen Maßnahmen, die sich auf allgemein anerkannte biologische Grundsätze stützen, und Orton und Beattie[3]) sprechen von einer Gefahr, sich unwirksamen Beschränkungen ohne entsprechenden Nutzen zu unterwerfen, wenn die Quarantäne sich nicht auf das sichere wissenschaftliche Fundament gesunder biologischer Grundgedanken gründet. Da alle Quarantänemaßnahmen letzten Endes darauf abzielen, die Verbreitung von Parasiten, deren Auftreten auf bestimmte Gebiete beschränkt ist, über die Grenzen dieser hinaus zu verhindern, ist es vom biologischen Gesichtspunkt vor allem erforderlich, möglichst genau darüber unterrichtet zu sein, wie diese Verbreitung vor sich gehen kann. Nur auf dieser Grundlage läßt sich ein einigermaßen sicheres Urteil darüber gewinnen, wie weit Quarantänemaßnahmen Aussicht auf durchgreifenden Erfolg haben werden.

Die verschiedenen Möglichkeiten der Verbreitung sind im wesentlichen bereits von Morstatt[4]) in diesem Handbuch bei Besprechung der Übertragung des Krankheitserregers zusammengestellt worden. Mit welchen von diesen im einzelnen Fall zu rechnen ist, hängt, abgesehen von der besonderen Lebensweise des Parasiten, gegen den sich die Quarantäne richten soll und die deshalb genau bekannt sein muß, vor allem davon ab, ob es sich um Gebiete handelt, die mehr oder weniger weit voneinander entfernt liegen, oder um solche, die aneinander grenzen. Butler[5]) unterscheidet danach zwischen „discontinuous or long-distance spread" und „continuous or short-range spread". Räumliche Trennung der beiden fraglichen Gebiete, bei der in erster Linie an eine Lage auf verschiedenen Kontinenten gedacht ist, kann auch durch andere natürliche Schranken bedingt sein, wie sie in hohen Gebirgen oder ausgedehnten, der Wirtspflanzen des Schädlings völlig ermangelnden Flächen gegeben sind. Schulbeispiele hierfür liefern insbesondere Indien und Kalifornien. Die Möglichkeiten der Verbreitung von Schädlingen unter diesen Umständen sind von Butler[5]) und Smith und seinen Mitarbeitern[6]) ausführlich erörtert worden. Letztere kommen zu dem Ergebnis,

---

[1]) Orton, W. A., and Beattie, R. K., The biological basis of foreign plant quarantines. Phytopathology **13**, 1923, 306.

[2]) Güssow, H. T., Vortrag gehalten auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935.

[3]) Orton, W. A. and Beattie, R. K., The biological basis of foreign plant quarantines. Phytopathology **13**, 1923, 29.

[4]) Morstatt, H., Dieses Handbuch Bd. 1, 1. Teil. 6. Aufl. Berlin 1933, S. 121.

[5]) Butler, E. J., The dissemination of parasitic fungi and international legislation. Mem. Dep. Agric. India Bot. Ser. **9**, 1917, 4.

[6]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California, Bul. **553**, 1933, 21—25.

daß in geschichtlicher Zeit kein Fall bekannt geworden ist, in dem pflanzliche Schädlinge über einen Ozean anders als durch die Einrichtungen des Menschen verbreitet worden sind, während für tierische Schädlinge dieser Nachweis in einigen wenigen Fällen erbracht worden ist. Auch beim Vorhandensein anderer natürlicher Schranken trifft diese Feststellung im wesentlichen zu. Eine Ausnahme scheint die Einwanderung des Spargelrostes nach Kalifornien zu machen, die höchstwahrscheinlich auf die Verbreitung der Sporen durch den Wind zurückzuführen ist. Dieser Möglichkeit kommt entscheidende Bedeutung bei dem Vordringen eines Schädlings von einem Gebiet in ein angrenzendes anderes zu, das durch keinerlei natürliche Grenzen von dem ersteren getrennt ist. Hier sind auch alle anderen überhaupt denkbaren Möglichkeiten zu berücksichtigen, unter denen freilich die Maßnahmen und Einrichtungen des Menschen wiederum eine hervorragende Rolle spielen. Auf Einzelheiten wird noch bei Besprechung der verschiedenen Formen der Quarantäne einzugehen sein.

Um die Frage beantworten zu können, ob einer „discontinuous" oder einer „continuous spread" entgegenzuwirken ist, ist eine genaue Kenntnis der geographischen Verbreitung des betreffenden Schädlings erforderlich. Die ersten Anhaltspunkte hierfür wird die floristische Pflanzengeographie zu liefern haben, deren Aufgabe es u. a. ist, die Wohnbezirke der Florenelemente und ihre Besonderheiten festzustellen und nach der Bedingtheit dieser Bezirke zu forschen[1]). Häufig wird sie aber nicht in der Lage sein, auf die besonderen Fragen der Pflanzenquarantäne eine restlos erschöpfende Antwort zu geben. Diesem Zweck werden Zusammenstellungen wie die früher erwähnten am besten gerecht werden können. Bisher verfügen aber nur die wenigsten Länder über solche; zum mindesten liegen sie nicht gedruckt vor und werden auch sicherlich häufig aus handelspolitischen Erwägungen nicht bekanntgegeben werden. Deshalb hat Güssow[2]) gefordert, daß jedes Land einen Beobachtungsdienst einrichtet, dessen Aufgabe es ist, sich auf das sorgfältigste über das Vorkommen von Pflanzenschädlingen und über die von diesen befallenen Flächen zu unterrichten. Diese Forderungen hat Güssow[3]) zwei Jahre später nochmals sehr nachdrücklich vertreten und eine genaue Kenntnis von den innerhalb seiner Grenzen vorhandenen Krankheiten und Schädlinge als erste fundamentale Pflicht jedes Landes bezeichnet. Fortlaufend sollen dann Berichte, in denen offen und ehrlich Aufklärung über den Stand des Auftretens gegeben wird, allen Ländern zugestellt werden. Der Entwurf der Neufassung der Internationalen Pflanzenschutzkonvention[4]) hat sich diese Forderungen zu eigen gemacht und in Artikel VI festgelegt, daß jede vertragschließende Regierung der FAO. alle vorhandenen Informationen über das Vorkommen, den Ausbruch und die Verbreitung von Krankheiten und Schädlingen an Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen innerhalb der Grenzen des Gebietes liefert, für das sie verantwortlich ist.

---

[1]) Diels, L., In Schneiders Handwörterbuch der Botanik. 2. Aufl. Leipzig 1917, S. 510.

[2]) Güssow, H. T., Vortrag gehalten auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935.

[3]) Güssow, H. T., International Cooperation concerning plant quarantines. Chronica Botanica **3**, 1937, 5—6. [4]) Vgl. S. 381.

Ist so zunächst die Möglichkeit geschaffen, sich über die geographische Verbreitung der Schädlinge den erforderlichen Aufschluß zu verschaffen, so handelt es sich nun weiter darum, zu entscheiden, gegen welche von ihnen man Quarantänemaßnahmen einführen will und soll. Das Internationale Pflanzenschutzabkommen von Rom bestimmt in Artikel II, daß jedes ihm angeschlossene Land eine Liste derjenigen Pflanzenkrankheiten und Schädlinge aufstellt, gegen die es geschützt zu sein wünscht. In dem Entwurf von 1914 war noch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß von vornherein alle schon weitverbreiteten Krankheiten nicht aufgenommen werden sollten, weil eine Quarantäne gegen diese ja ohnehin zwecklos sein würde. Bei der Wahl, welche von den nicht allgemein verbreiteten Krankheiten in derartige Zusammenstellungen einzubeziehen sein würden, müssen nun wiederum weitgehend biologische Gesichtspunkte Berücksichtigung finden. Zunächst freilich wird es den Anschein haben, als ob für diese Entscheidung ausschließlich die wirtschaftliche Frage maßgebend sein darf, mit welchen Schäden nach der Einschleppung des Schädlings zu rechnen ist. Dabei wird man geneigt sein, die in anderen Ländern in dieser Beziehung gesammelten Erfahrungen zum Maßstab zu machen. Bei genauerer Prüfung stellt sich jedoch heraus, daß eine Voraussage auf dieser Grundlage vielfach außerordentlich unsicher ist. Man hat sehr häufig feststellen müssen, daß ein Schädling, der in einem anderen Gebiet verhältnismäßig harmlos ist, nach seiner Einschleppung in ein neues schwerste Schäden verursacht oder aber auch daß der umgekehrte Fall eintritt, so daß gleichsinniges Verhalten durchaus nicht die Regel ist. Welche von diesen drei Möglichkeiten verwirklicht wird, richtet sich einmal nach den biologischen Eigentümlichkeiten des in Frage stehenden Parasiten, zum andern danach, ob es sich um „continuous" oder um „discontinuous spread" handelt und ob die Entwicklungsbedingungen, unter denen namentlich das Klima von ausschlaggebender Bedeutung ist, im ursprünglichen und im zu schützenden Gebiet einander weitgehend ähneln oder mehr oder weniger voneinander abweichen. Welche mannigfaltigen Umstände dabei noch im Spiel sind, zeigt die von Orton und Beattie[1]) vorgenommene Aufstellung von verschiedenen Typen der Störung des biologischen Gleichgewichts in dem bedrohten Land. Entweder findet der neu eingeführte Schädling anfällige Wirte vor oder eine neu eingeführte Pflanze wird durch neue Schädlinge angegriffen oder ihre bisherigen Schädlinge werden miteingeführt. Geographische Verbreitung und Lebensweise müssen deshalb nicht nur für den Schädling, sondern auch für seine Wirtspflanzen bekannt sein und außerdem noch die Entwicklungsbedingungen in dem ursprünglichen und in dem zu schützenden Gebiet. Demnach wird die Beantwortung der Frage, gegen welche Schädlinge Quarantänemaßnahmen ergriffen werden sollen, in erster Linie von biologischen Gesichtspunkten bestimmt, wie das auch eindeutig in den weiteren Richtlinien zum Ausdruck gekommen ist, die der Entwurf der Phytopathologischen Konvention von 1914 für die Zusammenstellung der erwähnten Listen vorgesehen hatte, die freilich in das Abkommen von 1929 nicht übernommen worden sind. Es sollten nämlich nur diejenigen Schädlinge aufgenommen werden, die epidemisch auftreten, eine

[1]) Orton, W. A., and Beattie, R. K., The biological basis of foreign plant quarantines. Phytopathology **13**, 1923, 298—302.

„destructive or at least very harmful action" auf Kulturpflanzen ausüben und leicht mit lebenden Pflanzen oder Teilen von solchen verbreitet werden. Für welche die zweite Voraussetzung zutrifft, steht aber nur für dasjenige Gebiet fest, in dem der betreffende Schädling bereits verbreitet ist. Wie er sich nach seiner Einschleppung in ein anderes verhalten wird, kann nur mit mehr oder minder großer Wahrscheinlichkeit vorausgesagt werden. Wie schwierig eine solche Voraussage ist, zeigt die 1918 von Reh[1]) aufgestellte Prognose hinsichtlich der Einschleppung der San José-Schildlaus nach Deutschland.

Er berichtet über zwei Fälle, in denen ein Apfelstamm bzw. Prunussträucher mit *Aspidiotus perniciosus* und *Aulacaspis pentagona* nach Hamburg eingeführt und dort angepflanzt waren. Während erstere gut gediehen, waren die Läuse abgefallen; sie konnten sich nicht halten. „Auch ohne diese beiden Beobachtungen könnten wir mit aller Sicherheit sagen, daß San-José- und Mandel-Schildlaus für Deutschland (die letztere höchstens für einzelne klimatisch bevorzugte Gebiete wie Rheingau usw.) keine Gefahr bilden; sonst wären sie sicher schon längst bei uns eingebürgert. — Daß die San-José-Schildlaus auf Äpfeln bei uns mit Erfolg eingeschleppt werden könne, wird wohl kein Entomologe mehr für möglich halten." Heute ist sie zum gefährlichsten Schädling des südwestdeutschen Obstbaues geworden.

Um diese Gefahr möglichst zutreffend und rechtzeitig abzuschätzen, hat Cook[2]) eine Methodik für eine Verbreitungsprognose ausgearbeitet, die an anderer Stelle dieses Handbuchs bereits ausführlich wiedergegeben ist[3]). Sie umfaßt im wesentlichen möglichst genaue Ermittlungen über das gegenwärtige Verbreitungsgebiet des Schädlings, das nach der Stärke seines Auftretens in drei Untergebiete aufgeteilt wird, weiterhin sorgfältige Erhebungen über die in diesen herrschenden klimatischen Faktoren und schließlich einen Vergleich der günstigen und ungünstigen Klimate des bisherigen mit dem Klima des zu schützenden Gebietes.

Cook hat seine Methodik nach eigenen Untersuchungen über die Verbreitung des Getreideschädlings *Agrotis orthogonia Morr.* und des gefürchteten Luzerneschädlings *Phytonomus variabilis Hbst.* ausgearbeitet. Namentlich die Ausbreitung des letzteren hat bis zum Jahre 1931 sehr gut der Voraussage entsprochen. Nach dem von Cook angegebenen Verfahren hat erstmalig Gjullin[4]) diejenigen Gebiete kartographisch festgelegt, in denen die Mittelmeerfruchtfliege *Ceratitis capitata Weid.* bei weiterer Verschleppung mehr oder minder schwere Schäden verursachen wird. Der Erfolg der Prognose bleibt abzuwarten. Durch einfache Gegenüberstellung der Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse im nördlichen Nordamerika und in Deutschland hat Mansfeld[5]) die Frage zu beantworten gesucht, ob sich der Kartoffelkäfer unter den klimatischen Verhältnissen Deutschlands dauernd behaupten können wird. Er kommt zu dem Ergebnis, daß in West- und Süddeutschland eine klimatische Behinderung nicht zu bestehen scheint, wogegen im Nordosten möglicherweise die Trockenheit das Vorrücken des allerdings sehr anpassungs-

---

[1]) Reh, L., Über Einfuhrbeschränkungen als Schutz gegen die Einschleppung pflanzenschädlicher Insekten. Ztschr. f. angew. Entomol. **4**, 1918, 232.

[2]) Cook, W. C., Notes on predicting the probable future distribution of introduced insects. Ecology **12**, 1931, 245—247.

[3]) Siehe Bd. 1, 1. Teil. 6. Aufl. Berlin 1933, S. 184.

[4]) Gjullin, C. M., Probable distribution of the mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata Weid.*) in the United States. Ecology **12**, 1931, 248—258.

[5]) Mansfeld, K., Der Koloradokäfer im Klima Deutschlands. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzd. **4**, 1924, 45—46.

fähigen Tieres aufhalten könnte. Daß letzteres tatsächlich nicht der Fall ist, muß nach der inzwischen eingetretenen Entwicklung angenommen werden.

Das Verfahren von Cook betrifft vorerst nur die tierischen Schädlinge. Morstatt[1]) meint nun, daß bei der Untersuchung der ökologischen Bedingtheit der Pilzkrankheiten Möglichkeit und Stärke des Angriffs auf die Pflanze für die Forschung im Vordergrund des Interesses ständen, während die an sich große Vermehrungsfähigkeit der Pilze mehr als gegeben angesehen und ihre Beeinflussung durch Außenfaktoren nicht besonders untersucht werde. Bei den tierischen Schädlingen dagegen sei die Größe des Schadens fast ausschließlich der Menge der schädlichen Individuen proportional, und der Zustand der Pflanze, d. h. also ihre Disposition und Prädisposition, spiele hier seltener eine Rolle. Deshalb habe sich die entomologische Forschung in ihrer neueren ökologischen Richtung auf das Problem der Vermehrung konzentriert. Es muß somit vorerst dahingestellt bleiben, ob ein Verfahren der Verbreitungsprognose, das sich für tierische Schädlinge bewährt hat, in gleicher Weise auch für pflanzliche brauchbar ist oder ob es gewisser Anpassungen an deren Besonderheiten bedarf. Zweifellos ist die Ausarbeitung zuverlässiger Verfahren für die Voraussage, ob die Einschleppung eines Schädlings in ein bisher von ihm nicht besiedeltes Gebiet zu seiner Einbürgerung und zu schweren Schäden für die Landeskultur führen wird, von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Denn sie allein gibt die Möglichkeit, die Einführung einer Quarantäne von vornherein zu vermeiden, die überflüssig und zwecklos ist, weil eine Einbürgerung des Schädlings selbst bei seiner Einschleppung gar nicht zu erwarten ist, und zu einer solchen nur in denjenigen Fällen zu schreiten, in denen tatsächlich ernste Gefahr droht. Es leuchtet ein, daß damit unnötige Beunruhigung und Störung des Handels- und Reiseverkehrs vermieden und das Vertrauen zur Wirksamkeit der Pflanzenquarantäne gehoben wird.

d) Durchführung der Pflanzenquarantäne

Sind alle Vorbedingungen, wie sie als wirtschaftliche und biologische Gesichtspunkte hier kurz dargelegt sind, vor der geplanten Einführung einer Quarantäne sorgfältig geprüft worden mit dem Ergebnis, daß sie in dem gekennzeichneten Sinne als erfüllt angesehen werden können, so handelt es sich nun darum, sich darüber klar zu werden, in welcher Form die Quarantäne zur Durchführung gelangen soll. Nach der Definition des National Plant Board fallen ihr zwei verschiedene Aufgaben zu: sie soll einmal die Einschleppung oder Ausbreitung einer „Seuche" verhindern oder einschränken und zum andern eine bereits eingeschleppte bekämpfen oder ausrotten. Smith und seine Mitarbeiter[2]) weisen freilich mit Recht darauf hin, daß es sich letzten Endes in beiden Fällen um das gleiche Ziel handelt, nämlich um den Schutz noch nicht verseuchter Flächen gegen das Einschleppen von Schädlingen; denn auch die Bekämpfung oder Ausrottung einer eingeschleppten Seuche erfolgt im Grunde nur in dieser Absicht. Trotzdem entbehrt diese Zweiteilung nicht einer gewissen, zum min-

[1]) Dieses Handbuch Bd. 1, 1. Teil. 6. Aufl. Berlin 1933, S. 175.

[2]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. University California, Bul. **553**, 1933, 10.

desten praktischen Berechtigung, weil ihr im wesentlichen grundverschiedene Formen der Quarantäne entsprechen. Für diese ist nämlich von entscheidender Bedeutung, welche Stufe der Ausbreitung ein Schädling erreicht hat. Schwarz[1]) unterscheidet bei der Ausbreitung von Tieren drei solche Stufen, die Verschleppung, die Einschleppung und die Einbürgerung.

Verschleppung bedeutet nichts weiter, als daß die Tiere von den Transportmitteln des Verkehrs mitgeführt werden. Nur ein Teil von ihnen gelangt auf diesem Wege lebend in das neue, bisher nicht besiedelte Gebiet und erreicht damit die zweite Stufe der Ausbreitung, die Einschleppung. Man spricht in diesem Falle von Adventivformen. Erst die dritte Stufe aber ist diejenige, die dem Schädling die Ausdehnung seines Verbreitungsgebiets über die bisherigen Grenzen hinaus gewährleistet: die Einbürgerung besagt, daß die Einschleppung für ihn von Erfolg gekrönt gewesen ist, weil er in dem neuen Gebiet zusagende Entwicklungsbedingungen gefunden hat und deshalb dort festen Fuß hat fassen können. Das gleiche gilt sinngemäß für die Pflanzen, nur daß hier die erste Stufe der Ausbreitung, die heute schon bei den Tieren von untergeordneter Bedeutung sein dürfte, fast vollkommen belanglos ist, weil fast alle Gebiete der Welt, wie Butler[2]) betont, durch die Beschleunigung des Verkehrs gewissermaßen so eng aneinander gerückt sind, daß die große Mehrzahl der pflanzlichen Krankheitserreger mit ihren Wirtspflanzen sie lebend erreichen kann.

Wenn man versucht, die Maßnahmen der Quarantäne entsprechend der eben gekennzeichneten zweifachen Aufgabe zu den jeweils gegebenen Stufen der Ausbreitung in Beziehung zu bringen und in zwei Gruppen zusammenzufassen, so muß man feststellen, daß eine scharfe Scheidung nicht immer möglich ist. Im Falle der Einbürgerung eines Schädlings z. B. muß das unmittelbar betroffene Gebiet in erster Linie schnellstens zu Bekämpfungs- und Ausrottungsmaßnahmen greifen. Das allein genügt jedoch nicht, da ja der Erfolg dieser Maßnahmen keineswegs gesichert ist. Um eine Verseuchung des gesamten Staatsgebiets von den zunächst stets nur örtlich begrenzten Herden aus zu verhüten, ist es erforderlich, diese durch zweckentsprechende Maßnahmen abzusperren. Von dem noch nicht befallenen Gebiet aus gesehen handelt es sich also um Vorkehrungen gegen die Einschleppung. Die Maßnahmen, die man in diesem Fall trifft, sind aber ganz anderer Art als diejenigen, an die man bei der Verhinderung oder Einschränkung der Einschleppung oder Ausbreitung im Sinne der Definition des National Plant Board denkt. Obwohl also die gleiche Aufgabe der Verhütung der Einschleppung zu lösen ist, gelangt die Quarantäne in ganz verschiedener Form zur Anwendung. Andererseits kann auch zur Lösung verschiedener Aufgaben dieselbe Maßnahme herangezogen werden. Nach der Einbürgerung eines Schädlings muß ein Überwachungsdienst eingerichtet werden, um sein etwaiges Vorrücken frühzeitig und möglichst genau verfolgen zu können. Ein solcher Dienst ist gleichzeitig aber auch eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg der Quarantäne gegen die Einschleppung von Schädlingen in andere Länder.

Die erstrebte Zusammenfassung der Quarantänemaßnahmen ist also unter alleiniger Berücksichtigung der Ausbreitungsstufen nur sehr bedingt zu erreichen.

---

[1]) Schwarz, E. A., *Coleoptera* common to North America and other countries. Proceed. ent. Soc. Wash. **1**, 1889, 182—194.

[2]) Butler, E. J., The dissemination of parasitic fungi and international legislation. Mem. Dep. Agric. India Bot. Ser. **9**, 1917, 23.

Man kommt diesem Ziel aber erheblich näher, wenn man noch einen weiteren Gesichtspunkt heranzieht, der bereits früher erwähnt worden ist und auf den das eben angedeutete Beispiel für die Anwendung verschiedenartiger Maßnahmen zur Lösung der gleichen Aufgabe hinweist. Die verschiedene Form der Quarantäne ist hier nämlich dadurch bedingt, daß in dem einen Fall das gegen die Einschleppung zu schützende Gebiet an das von dem Schädling bereits befallene unmittelbar angrenzt, in dem anderen dagegen durch natürliche Schranken, wie ausgedehnte Wasserflächen, hohe Gebirgszüge und dergleichen, von ihm getrennt ist. Infolgedessen sind für die Einschleppung, wie früher gezeigt, ganz verschiedene Verbreitungsfaktoren entscheidend, und diesen sind die Quarantänemaßnahmen weitgehend anzupassen. Es wurde in diesem Zusammenhang bereits auf die Wichtigkeit der von Butler getroffenen Unterscheidung zwischen „continuous" und „discontinuous spread" hingewiesen. Legt man diese gemeinsam mit den Ausbreitungsstufen der Zusammenfassung der Quarantänemaßnahmen zugrunde, so läßt sich die Zweiteilung entsprechend der zweifachen Aufgabe wesentlich straffer durchführen, wenngleich auch dann noch eine vollkommene Trennung nicht immer möglich ist.

Die so erreichbare reinliche Scheidung erfährt nun in der Regel dadurch wieder eine Einschränkung, daß noch ein weiterer Gesichtspunkt hineingetragen wird, der insofern voll berechtigt ist, als ja die Pflanzenquarantäne genau wie jede andere Quarantäne von der Staatsgewalt verordnet wird. Infolgedessen ist es naheliegend, ihre Maßnahmen vom Standpunkt des einzelnen Staates aus zu betrachten. Von diesem aus gesehen kann man zwischen Maßnahmen des Grenzschutzes und solchen zur Sperrung der Seuchengebiete unterscheiden. In dem ersten Fall handelt es sich dann um die Verhütung der Schädlingseinschleppung in das betreffende Staatsgebiet, im zweiten um die Verhinderung der weiteren Verschleppung im Staatsgebiet bei gleichzeitiger Bekämpfung und Ausrottung des eingebürgerten Schädlings. Das mexikanische Pflanzenschutzgesetz vom 30. 6. 1927[1]) bringt diese Trennung deutlich zum Ausdruck, indem es in Kapitel II von den Kontrollzonen und Quarantänen innerhalb des Landes und in Kapitel V von den äußeren Quarantänen spricht. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika wird die Foreign Plant Quarantine der Domestic Plant Quarantine gegenübergestellt[2]). Die erstere regelt die Bestimmungen für die Überwachung der Einfuhr von Pflanzen, Pflanzenerzeugnissen und Insekten aus fremden Ländern und dem Inselbesitz des Bundes in das Bundesgebiet. Die letztere umfaßt Entwurf, Prüfung und Durchführung der verschiedensten Maßnahmen innerhalb des Bundesgebietes.

1. Grenzschutz

α) Bedingungslose Einfuhrverbote

Wenn Smith und seine Mitarbeiter[3]) meinen, die erste Maßnahme, um Pflanzenschädlinge von einem Gebiet fernzuhalten, habe wahrscheinlich in einer

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **1**, 1928, 233, 235.

[2]) Weber, G. A., The plant quarantine and control administration. Washington 1930, S. 96, 99.

[3]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California, Bul. **553**, 1933, 82—83.

Untersuchung des eingeführten Pflanzenmaterials auf den Befall durch Schädlinge bestanden und in der Ablehnung der Freigabe alles desjenigen, was Anzeichen einer Erkrankung aufwies, so dürfte dies nicht den Tatsachen entsprechen, zum mindesten nicht, soweit es sich um eine wirkliche Quarantäne, d. h. um eine vom Staat verordnete Maßnahme des Grenzschutzes handelt. Denn anscheinend ist eine solche erstmalig durch das Deutsche Reich getroffen worden. Es verbot 1873[1]) jede Einfuhr von Reben zum Verpflanzen und 1875[1]) die Einfuhr von Kartoffeln aus Amerika sowie von Schalen und Abfällen von solchen und von Säcken oder sonstigen Gegenständen, welche zur Verpackung oder Verwahrung derartiger Kartoffeln oder Kartoffelabfälle gedient haben.

Das erste Gesetz hat 1879[1]) insofern eine Abänderung erfahren, als das Verbot der Einfuhr auf alle Reben, gleichviel ob dieselben zum Verpflanzen geeignet sind oder nicht, sowie auf alle sonstigen Teile des Weinstocks, insbesondere auch auf Rebenblätter ausgedehnt worden ist. Trauben sind von dem Verbot ausgenommen, wenn zu ihrer Verpackung keine Rebenblätter verwendet worden sind. 1883, nach Abschluß der internationalen Reblauskonvention vom 3. 11. 1881, ist noch eine weitere Verschärfung des Verbots erfolgt, indem nunmehr auch ausgerissene Weinstöcke, trockenes Rebholz, Kompost, Düngererde, gebrauchte Weinpfähle und Weinstützen einbezogen worden sind. Das Einfuhrverbot für Kartoffeln hat 1923[1]) eine Erweiterung erfahren, indem nach der Einbürgerung des Kartoffelkäfers in Frankreich die Einfuhr von Kartoffeln, Tomatenpflanzen, Auberginen und Johannisbeersträuchern auch aus diesem Lande verboten worden ist. Auch hier sind Säcke und sonstige Gegenstände, die zur Verpackung oder Verwahrung solcher Früchte, Pflanzen, Sträucher und Abfälle gedient haben, eingeschlossen. Die letzte Ausweitung hat das Einfuhrverbot in der 3. Verordnung zur Abwehr des Kartoffelkäfers vom 20. 7. 1937[2]) erfahren, die auch Belgien und Luxemburg in das Verbot einbezieht, nachdem es vorher schon auf bewurzelte Gewächse mit und ohne Erdballen, unterirdische Knollen und Zwiebeln, Rhizome und andere unterirdische Teile von Gewächsen ausgedehnt war. Auf letzteres wird gleich noch einzugehen sein.

Daß Einfuhrverbote (complete embargoes, embargoes generally) die ersten Maßnahmen der Quarantäne gewesen sind, ist auch deshalb wahrscheinlich, weil ihre Durchführung den geringsten Schwierigkeiten begegnet. Bedarf es doch in diesem Falle keinerlei besonders geschulter Kräfte, wie sie für die Untersuchung von Pflanzenmaterial auf Schädlingsbefall nicht zu entbehren sind. Es kommt lediglich darauf an, daß diejenigen Stellen, die die gesamte Einfuhr in das zu schützende Gebiet überwachen, über die Fähigkeit verfügen, die zur Einfuhr nicht zugelassenen Gegenstände richtig anzusprechen. Diese Voraussetzung wird um so eher erfüllt sein, je geringer die Zahl der unter das Verbot fallenden Gegenstände ist und je mehr sie allgemein bekannt sind, wie es z. B. für Kartoffeln zutrifft.

Daß freilich sogar bei einem solchen Gegenstand des täglichen Verbrauchs Zweifel entstehen können, zeigt ein Schreiben des Deutschen Reichskanzlers[1]) vom 9. 8. 1906 an die Regierungen der deutschen Grenzstaaten über die zu Unrecht erfolgte Zurückweisung einer Sendung „süßer Kartoffeln". Der betreffenden Zollabfertigungsstelle war nicht bekannt gewesen, daß hierunter die Batate, *Ipomoea batatas*, zu verstehen ist, die zu *Solanum tuberosum* keinerlei verwandtschaftliche Beziehungen hat.

---

[1]) Noack, M., Die Pflanzenschutzbestimmungen für die Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr lebender Pflanzen und frischer Pflanzenteile im Deutschen Reich. Berlin 1926, S. 17, 18, 28, 30. [2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **9**, 1937, 122.

Es ist also unbedingt erforderlich, daß die Benennung der unter das Gesetz fallenden und der einzuführenden Gegenstände so eindeutig erfolgt, daß keine derartigen Verwechslungen möglich sind. Die erwähnten Gesetze weisen auf ein weiteres wichtiges Erfordernis hin. Da das Verbot der Einfuhr die Einschleppung des Schädlings, gegen den es sich richtet, verhindern soll, ist ohne weiteres klar, daß dieses Ziel nur dann erreicht werden kann, wenn tatsächlich alle überhaupt denkbaren Möglichkeiten der Einschleppung unterbunden werden. Deshalb sind neben der eigentlichen oder hauptsächlichen Wirtspflanze noch weitere Arten, die erfahrungsgemäß von dem Schädling befallen werden, und vor allem auch das Versandmaterial von der Einfuhr auszuschließen. Hier liegt eine der Hauptschwierigkeiten des Einfuhrverbots. In manchen Fällen wird die Liste der unter dieses aufzunehmenden Gegenstände außerordentlich umfangreich werden.

Das zeigt schon die oben angeführte Verordnung zur Abwehr des Kartoffelkäfers. Ein besonders anschauliches Beispiel dafür bietet ferner die von den Vereinigten Staaten von Nordamerika erlassene, gegen das Ulmensterben gerichtete Pflanzenschutzverordnung Nr. 70 vom 21. 10. 1933 über die Regelung der Einfuhr von Ulmenteilen und Erzeugnissen aus Ulmenholz[1]). Nach dieser ist die Einfuhr folgender Waren vom europäischen Festland in die Vereinigten Staaten verboten: a) Samen, Blätter, Pflanzen, Stecklinge und Pfropfreiser von Ulmen oder verwandten Pflanzen, b) Klötze, Bauholz, Nutzholz oder Furniere solcher Pflanzen, wenn Rinde daran ist, c) Lattenkisten, Kisten, Fässer, Verpackungsleisten und andere Behälter sowie andere ganz oder teilweise aus Ulmen oder verwandten Holzarten hergestellte Gegenstände, wenn das Ulmenholz oder das Holz verwandter Pflanzen nicht frei von Rinde ist. Unter „Ulmen oder verwandte Pflanzen" werden Angehörige jeder Art und jeder Gattung der Familie der *Ulmaceen* verstanden.

Es leuchtet ein, daß, je größer die Zahl der von der Einfuhr auszuschließenden Gegenstände ist und je weniger allgemein bekannt und leicht erkennbar diese sind, um so unübersichtlicher die Bestimmungen werden und um so eher die Möglichkeit eines Übersehens gegeben ist und besondere Sachkenntnis erforderlich wird. Dazu kommt vor allem, daß selbst bei weitest gespanntem Rahmen niemals die Erfassung aller Möglichkeiten für die Einschleppung gewährleistet werden kann, ein Gesichtspunkt, der namentlich von Güssow[2]) sehr stark herausgestellt und in neuester Zeit auch von Annand[3]) bestätigt worden ist. Er bezeichnet es als zweifelhaft, ob ein vollkommenes System jemals gefunden werden wird. Trotzdem glaubt er, daß man manche Risiken nicht laufen könne und diesen gegenüber Einfuhrverbote die einzige Lösung seien.

Ebenso verständlich erscheint es aber auch, wenn man aus diesen Erwägungen heraus zu dem Vorschlag gekommen ist, nicht an grundsätzlich freier Einfuhr festzuhalten und nur für bestimmte Gegenstände Einfuhrverbote zu erlassen, sondern umgekehrt vorzugehen, indem man grundsätzlich jede Einfuhr verbietet und nur bestimmte Fälle hiervon ausnimmt. So hat v. Tubeuf[4]) 1928 den Erlaß

---

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **6**, 1934, 74.

[2]) Güssow, H. T., Plant quarantine legislation — a review and a reform. Phytopathology **26**, 1936, 468.

[3]) Annand, P. N., Today in foreign Plant Quarantine. Journ. econ. Entomology **43**, 1950, 140.

[4]) Tubeuf, v., Reichspflanzenschutzgesetz. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **38**, 1928, 65—70.

eines Reichspflanzenschutzgesetzes gefordert, durch das vor allem die Einfuhr bewurzelter Pflanzen nach Deutschland allgemein verboten würde. Dadurch würde die Gefahr wegfallen, Krankheitserreger einzuschleppen, die sich in oder an den bewurzelten Pflanzen selbst, in der Ballenerde und am Verpackungsmaterial befinden. Auch v. Geyr[1]) hat gefordert, daß die Einführung lebender Pflanzen und Pflanzenteile für die Forstwirtschaft unbedingt und gänzlich untersagt werde. Man sei auf solche Einführungen keineswegs angewiesen, Sämereien genügten der Forstwirtschaft durchaus. Wenn aber in Einzel- und Sonderfällen bestimmte Formen nur durch Pfropfreiser oder Stecklinge eingeführt werden könnten, so müßte eben auf solche im Interesse des allgemeinen Pflanzenschutzes verzichtet werden. In die gleiche Richtung weist es, wenn Orton und Beattie[2]) dafür eintreten, den interkontinentalen Handel mit lebenden Pflanzen auf das mit den volkswirtschaftlichen Erfordernissen eben noch verträgliche Maß zu beschränken. Das wird mit Einfuhrverboten allein kaum zu erreichen sein. Demgemäß hat v. Geyr[3]) bereits 1925 und seitdem zu wiederholten Malen[1])[4]) auch den Erlaß von Ausfuhrverboten verlangt. Viel wichtiger und erfolgreicher als ein deutsches Einfuhrverbot erscheint es ihm, wenn Nordamerika, von dem Deutschland aufs äußerste durch Einschleppung immer neuer Pflanzenfeinde bedroht sei, im eigenen und internationalen Interesse nicht nur zu seinem eigenen Schutz jede Einfuhr, sondern auch zugunsten Europas jede Ausfuhr von Pflanzen verbieten würde.

Auf der anderen Seite haben aber die offensichtlichen Schwierigkeiten und Mängel, die im Gefolge von Einfuhrverboten unvermeidlich sind, auch zu der gegenteiligen Forderung geführt, von dem Erlaß von solchen gänzlich Abstand zu nehmen. Schon 1898 hat Sorauer[5]) auf der Skandinavischen Naturforscherversammlung in Stockholm erklärt, daß Einfuhrverbote vom phytopathologischen Standpunkt aus höchstens nur als Versuch in seltenen Fällen zulässig erscheinen.

Ihre Nützlichkeit sei noch nirgends erwiesen, so daß sie nur unter ganz besonderen Umständen Erfolg in Aussicht stellen könnten. Dagegen seien sie mit zahlreichen Nachteilen verbunden, unter denen auch die Einschläferung der Bevölkerung in eine unbegründete Sicherheit angeführt wird, während es doch gerade darauf ankomme, Gärtner, Land- und Forstwirte zur persönlichen Mitarbeit bei sachgemäßer Beurteilung erkrankter Kulturen heranzuziehen und die Ausbildung eines allgemeinen sachverständigen Überwachungsdienstes in Angriff zu nehmen.

In gleichem Sinne hat er sich 1900 auf dem internationalen landwirtschaftlichen Kongreß in Paris[6]) geäußert, während er späterhin seinen Standpunkt

---

[1]) Geyr, H. v., Anbau ausl. Holzarten. Mitt. Deutsche Dendrol. Ges. 1929, 182.

[2]) Orton, W. A., and Beattie, R. K., The biological basis of foreign plant quarantines. Phytopathology **13**, 1923, 306.

[3]) Geyr, H. v., Die Douglasienwollaus. Forstl. Wochenschr. Silva **13**, 1925, 81–83.

[4]) Geyr, H. v., Die Douglasienschütte. Der Deutsche Forstwirt **13**, 1931, 274. Wie ist *Rhabdocline pseudotsugae* zu bekämpfen? Der Deutsche Forstwirt **13**, 1931, 498.

[5]) Sorauer, P., Die Pflanzeneinfuhrverbote vom phytopathologischen Standpunkt betrachtet. Verhandl. 15. Skandinav. Naturforschervers. Stockholm 1898. (Nach Justs Bot. Jahresber. 2. Abt. **27**, 1899, 364.)

[6]) Sorauer, P., Die Prädisposition für parasitäre Krankheiten. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. **10**, 1900, 360.

anscheinend etwas geändert hat. Denn 1908 hält er „alle Einfuhrverbote nach dem Erscheinen eines Parasiten in einer Gegend für nutzlose Verschwendung von Zeit und Geld, die besser zu sofortigen Studien über die Natur des Parasiten und Einschränkungsversuchen durch geeignete Kulturmittel verwendet werden könnten"[1]). Dazu bildet der Standpunkt Güssows[2]) eine beachtenswerte Ergänzung, daß gewöhnlich erst die Entdeckung einer Krankheit oder eines Schädlings, dessen ausländische Herkunft man vermutet, zu Einfuhrverboten führt. Er spricht von einer bedauerlichen Sucht mancher Forscher, neu entdeckte Krankheiten oder Schädlinge als fremden Ursprungs zu brandmarken, eine Haltung, die unwürdig und unlogisch sei und nicht scharf genug verurteilt werden könne. Bemerkenswert ist weiter, daß Sorauers offenbar gemildertes Urteil mit dem Hinweis begründet wird, es sei praktisch vollkommen unmöglich, eine Gegend durch Absperrungsmaßregeln vor Pilzsporen zu schützen. Demnach bleibt noch die Frage offen, ob Einfuhrverbote als Maßnahme gegen die Einschleppung von tierischen Schädlingen in gleichem Sinne zu werten sein sollen. Mit dieser hat sich insbesondere Reh[3]) beschäftigt und ist dabei grundsätzlich zu demselben Ergebnis gekommen. Er meint, allgemeine Verbote seien wohl überhaupt nicht oder äußerst selten angebracht, während solche gegen gewisse Tiere oder Pflanzen bzw. Pflanzengruppen in einigen Fällen kaum zu vermeiden sein dürften. Reh führt auch die Stellungnahme einer ganzen Reihe weiterer Autoren an, wobei er es leider an einer scharfen Scheidung fehlen läßt, ob Einfuhrverbote oder die gleich zu besprechenden Einfuhrbeschränkungen abgelehnt werden. Hervorgehoben sei hier nur der Standpunkt von Ritzema Bos[4]), weil dieser Autor ihn ausführlich begründet.

Er lehnt Einfuhrverbote ab, weil sie zunächst höchst lästig und nachteilig für Ackerbau und Handel und somit sehr schädlich für die Allgemeinheit seien. Ferner seien sie häufig dadurch überflüssig geworden, daß die betreffenden Schädlinge, wie sich später herausgestellt habe, ohnehin sich in dem zu schützenden Lande nicht einbürgern konnten. Weiter seien die Verbote stets zu spät erlassen worden, um eine Einschleppung zu verhindern. Schließlich denke man naturgemäß nicht daran, Einfuhrverbote gegen Parasiten zu erlassen, die in ihrer usprünglichen Heimat nicht schädlich seien, es aber nach ihrer Einschleppung in das zu schützende Land oft würden.

Unterzieht man die Meinungen für und wider den Erlaß von Einfuhrverboten einer genaueren Prüfung und wägt sie gegeneinander ab, so kommt man zu dem Ergebnis, daß sich die widersprechenden Standpunkte, so unvereinbar sie zunächst erscheinen mögen, doch miteinander bis zu einem gewissen Grade in

---

[1]) Sorauer, P., Anmerkung zu R. Schander, Das Auftreten des amerikanischen Stachelbeermehltaus *Sphaerotheca mors uvae Berk.* in Deutschland im Jahre 1907. Internation. phytopath. Dienst **1**, 1908, 121.

[2]) Güssow, H. T., Plant quarantine legislation — a review and a reform. Phytopathology **26**, 1936, 469.

[3]) Reh, L., Über Einfuhrbeschränkungen als Schutz gegen die Einschleppung pflanzenschädlicher Insekten. Ztschr. f. angew. Entomol. **4**, 1918, 235.

[4]) Ritzema Bos, J., Welke zijn de beste maatregeln, die van staatswege kunnen worden genomen om onzen land- en tuinbouw zooveel megelijk te vrijwaren tegen plantenziekten en schadelijke dieren, welke van elders zouden kunnen worden geimporteerd? Tijdschr. over Plantenziekten **13**, 1907, 138.

Einklang bringen lassen, wenn man sie unter einem der bereits erörterten biologischen Gesichtspunkte betrachtet. Offenbar kann nämlich sowohl die eine wie die andere Partei recht haben, je nachdem ob es sich um die Verhütung von „continuous" oder „discontinuous spread" handelt. v. Geyr[1]) weist mit Recht darauf hin, daß ein Gesetz, das etwa den Verkehr mit Holzpflanzen innerhalb von Festeuropa einschränken wollte, international seinem Zweck nicht entsprechen könnte, weil beispielsweise Schädlinge eines Douglasienbestandes in Holland nicht gehindert werden könnten, auf einen deutschen jenseits der Grenze hinüberzufliegen. Er schlägt dann vor, man solle auf der Nordhalbkugel fünf Gebiete ausscheiden, zwischen denen jeder Verkehr mit allen lebenden Pflanzen verboten würde. Diese Gebiete umgrenzt er in großen Zügen als England, Festeuropa, Ostasien, Japan, Amerika. Wenn dadurch auch nicht alle dem deutschen Wald von auswärts drohenden Gefahren gebannt würden, so würde doch eine sehr wesentliche und unmittelbare Gefahrenquelle dem Versiegen nahegebracht werden. In ähnlicher Weise hat Güssow[2]) den Zusammenschluß ausgedehnter Länderkomplexe unter phytopathologisch-biologischen Gesichtspunkten vorgeschlagen, unter denen er Nordamerika, Lateinamerika wahrscheinlich unter Einschluß Mexikos und Europa als Beispiele nennt.

Ein- bzw. Ausfuhrverbote werden also dann gerechtfertigt sein, wenn sie die Verschleppung von Krankheitserregern über große Entfernungen oder andere natürliche Schranken der oben erwähnten Art verhindern sollen. Ob und in welchem Umfang sie im einzelnen Fall zu erlassen sind, kann nur auf Grund gewissenhaftester Prüfung aller wirtschaftlichen und biologischen Gesichtspunkte entschieden werden, die um so nachhaltiger zu fordern ist, als es sich bei Ein- und Ausfuhrverboten ja, wie früher angedeutet, um die einschneidendsten aller Quarantänemaßnahmen handelt. Wenn aber Reh[3]) meint, es sei unmöglich, auf die Dauer ein fremdes Schadinsekt von einem Lande fernzuhalten, falls die Bedingungen für die Einschleppung und die Einbürgerung günstig seien, und zum Beweis für die Richtigkeit seiner Auffassung die wiederholte Einbürgerung des Kartoffelkäfers in Deutschland und England trotz der strengen Einfuhrverbote anführt, so dürfte ganz im Gegenteil die Verhinderung der Einbürgerung des Kartoffelkäfers in Europa bis etwa zum Jahre 1920 und in Deutschland bis zum Jahre 1936 der beste Beweis für die Wirksamkeit von Einfuhrverboten sein, wenn die eben gekennzeichnete Voraussetzung gegeben ist und die Durchführung einwandfrei erfolgt. Letzteres ist in Frankreich, vermutlich infolge der vermehrten Schwierigkeiten während des Weltkrieges, zweifellos nicht der Fall gewesen. Als 1922 die ersten ausgedehnten Herde des Käfers entdeckt wurden, war seine Einbürgerung bereits vollzogen und seine Ausrottung nicht mehr möglich, während sie bekanntlich in Deutschland bei frühzeitiger Entdeckung zu

---

[1]) Geyr, H. v., Anbau ausländischer Holzarten. Mitt. Deutsche Dendrolog. Ges. 1929, 182.

[2]) Güssow, H. T., Vortrag gehalten auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935. — Plant quaratine legislation — a review and a reform. Phytopathology **26**, 1936, 478.

[3]) Reh, L., Über Einfuhrbeschränkungen als Schutz gegen die Einschleppung pflanzenschädlicher Insekten. Ztschr. f. angew. Entomol. **4**, 1918, 233.

wiederholten Malen gelungen ist. Ob mit einem solchen Erfolg gerechnet werden kann, wird sehr verschieden beurteilt. Sorauer[1]) z. B. sieht nur geringe Aussicht auf Erfolg, wenn bei Einwanderung eines Pilzes die ersten bekannt werdenden Krankheitsherde durch gänzliches Vernichten der Pflanzen gesäubert werden, weil „die Erfahrung lehrt, daß wir stets mit den erst bemerkten Infektionsherden gleichzeitig solche haben, die zunächst nicht bemerkt worden sind und mittlerweile als weitere Ausbreitungszentren gedient haben". Am deutlichsten kommt die gegensätzliche Auffassung in der Auseinandersetzung zwischen v. Tubeuf[2]) und v. Geyr[3]) über die Maßnahmen zum Ausdruck, die man gegen die weitere Ausbreitung von *Rhabdocline pseudotsugae* ergreifen soll. Während ersterer für Austilgung der Seuchenherde eintritt und glaubt, daß dann durch das Verbot der Einfuhr von Nadelholzpflanzen vom 3. 6. 1930[4]) die Einbürgerung von *Rhabdocline* verhindert werden wird, möchte letzerer von Austilgungsversuchen absehen, da sie ihm von vornherein zur Erfolglosigkeit verurteilt zu sein scheinen, und sieht die einzige Rettung darin, durch Beobachtung, Versuch und Auslese möglichst bald zur Feststellung schüttefester Douglasienformen zu kommen. Es ist klar, daß nach der endgültigen, eine Ausrottung nicht mehr zulassenden Einbürgerung eines Schädlings dieser für sein Vordringen in die Nachbarstaaten nicht mehr auf eine „discontinuous", sondern auf eine „continuous spread" angewiesen ist. Einer solchen gegenüber aber trifft die Auffassung von Reh[5]) zu: eine Einschleppung des Schädlings in die Nachbarländer und seine Einbürgerung dort wird durch noch so streng durchgeführte Einfuhrverbote nicht mehr zu verhindern sein. Will man sie nicht aufheben, so können sie nur zum Ziel haben, einerseits die Einschleppung hinauszuzögern und dadurch Zeit zu gewinnen, um Bekämpfungsmaßnahmen auszuarbeiten, andererseits den Strom der eindringenden Schädlinge möglichst einzudämmen.

β) Bedingte Einfuhr

Wenn man nicht zu umfassenden Einfuhrverboten, etwa im Sinne des erwähnten Verbots jeglicher Ein- bzw. Ausfuhr von lebenden Pflanzen und Pflanzenteilen greift, ist man heute, mit Rücksicht auf die häufig einschneidenden Folgen für den gesamten Güteraustausch, im allgemeinen in zunehmendem Maße geneigt, die Einfuhr grundsätzlich zu gestatten, aber von der Erfüllung bestimmter Bedingungen abhängig zu machen. Es zeigt sich hier also eine ähnliche Tendenz wie in der Human- und Veterinärquarantäne, wo man, wie einleitend bemerkt, im Lauf der Entwicklung immer mehr von der Quarantäne in der ursprünglichen Form abgekommen und lediglich zu einer gesundheitlichen Kontrolle aller ein-

---

[1]) Sorauer, P., Anmerkung zu R. Schander, Das Auftreten des amerikanischen Stachelbeermehltaues *Sphaerotheca mors uvae Berk.* in Deutschland im Jahre 1907. Internation. phytopath. Dienst **1**, 1908, 121.

[2]) Tubeuf, v., Das Spiel mit dem Feuer. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. **41**, 1931, 333—339.

[3]) Geyr, H. v., Wie ist *Rhabdocline pseudotsugae* zu bekämpfen? Der Deutsche Forstwirt **13**, 1931, 497—500.

[4]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **3**, 1930, 5.

[5]) Reh, L., Über Einfuhrbeschränkungen als Schutz gegen die Einschleppung pflanzenschädlicher Insekten. Ztschr. f. angew. Entomol. **4**, 1918, 233.

gehenden Schiffe, Viehtransporte usw. übergegangen ist. Die Bedingungen, an die die Einfuhrzulassung geknüpft ist, können darin bestehen, daß die Sendungen lediglich von bestimmten Bescheinigungen begleitet sein müssen, in denen nähere Angaben entweder nur über ihre Herkunft oder auch über ihren Gesundheitszustand gefordert werden. Solche Bescheinigungen werden als Gesundheits- und Ursprungszeugnisse bezeichnet.

Ein Ursprungszeugnis wird beispielsweise in der Internationalen Reblaus-Konvention vom 3. 11. 1881[1]) gefordert. Nach Artikel 3 müssen alle nicht zur Kategorie der Rebe gehörigen Pflänzlinge, Sträucher und sonstige aus Pflanzschulen, Gärten und Gewächshäusern stammenden Vegetabilien mit einer Bescheinigung der zuständigen Behörde des Ursprungslandes versehen sein, aus welcher hervorgeht:

a) daß sie von einer Bodenfläche (einer offenen oder umfriedigten Pflanzung) stammen, die von jedem Weinstock durch einen Zwischenraum von wenigstens 20 m oder durch ein anderes Hindernis getrennt ist, welches nach dem Urteil der zuständigen Behörde ein Zusammentreffen der Wurzeln ausschließt;

b) daß jene Bodenfläche selbst keinen Weinstock enthält;

c) daß auf derselben keine Niederlage von Reben sich befindet;

d) daß, wenn auf derselben von der Reblaus befallene Weinstöcke sich befunden haben, eine gänzliche Ausrottung der letzteren, ferner wiederholte Desinfektionen und drei Jahre Untersuchungen erfolgt sind, welche die vollständige Vernichtung des Insekts und der Wurzeln verbürgen.

Als Beispiel für ein Ursprungs- und Gesundheitszeugnis sei dasjenige angeführt, das nach der Verordnung zur Abwehr der Einschleppung des Kartoffelkrebses vom 7. 3. 1930[2]) fremde Länder für die Kartoffelausfuhr nach Deutschland beizubringen haben. Hier muß der Sachverständige u. a. bescheinigen,

1. daß die in der näher beschriebenen Sendung enthaltenen Kartoffeln von ihm am heutigen Tage untersucht und frei von Kartoffelkrebs (*Synchytrium endobioticum*) befunden worden sind;

2. daß die Kartoffeln aus einem nicht mit Kartoffelkrebs verseuchten landwirtschaftlichen Betriebe stammen und daß innerhalb eines Umkreises von 2 km von dem Feld, auf dem die Kartoffeln gewachsen sind, Kartoffelkrebs nicht festgestellt worden ist.

Im einzelnen muß der Inhalt der Zeugnisse sich nach den früher besprochenen biologischen Gesichtspunkten richten. Die Internationale Phytopathologische Konvention von Rom hat sich bereits 1914 um Vereinheitlichung dieser Zeugnisse bemüht[3]), für die auch im Anhang des Abkommens von 1929[2]) und des Entwurfs einer Neufassung der Internationalen Pflanzenschutzkonvention von 1950[4]) ein entsprechender Wortlaut vorgesehen ist.

Der Wert derartiger Zeugnisse wird heute, zum mindesten wenn es sich um reine Gesundheitszeugnisse handelt, und vor allem, wenn sie die einzige Bedingung für die Zulassung zur Einfuhr bilden, teilweise stark in Zweifel gezogen. So messen Smith und seine Mitarbeiter[5]) ihnen nur eine sehr beschränkte Bedeutung für die Verhinderung der Einschleppung von Krankheitserregern zu und berufen sich dabei auf die Erfahrungen der Vergangenheit und auf Unter-

---

[1]) Reichsgesetzblatt 1882, 125.

[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **3**, 1930, 4; **2**, 1929, 174.

[3]) Butler, E. J., The dissemination of parasitic fungi and international legislation. Mem. Dep. Agric. India Bot. Ser. **9**, 1917, 72—73. [4]) Vgl. S. 381.

[5]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California, Bul. **553**, 1933, 84—85.

suchungen von Marlatt[1]). Dieser Autor hat in den Vereinigten Staaten eingehende Pflanzensendungen, denen Gesundheitszeugnisse der Ursprungsländer beigefügt waren, auf Vorhandensein von Krankheitserregern untersucht und solche in großer Zahl gefunden. Smith und seine Mitarbeiter führen auch eine Reihe von Gründen an, warum derartige Zeugnisse nicht vollständiges Freisein von bestimmten oder gar allen Krankheitserregern gewährleisten können. Auch Güssow[2]) hat sich sehr ablehnend gegen sie ausgesprochen. Sie bieten seiner Überzeugung nach nur wenig Garantie für die Richtigkeit des in ihnen Zugesicherten. Als ihr Hauptzweck erscheint ihm nicht der Schutz des Einfuhrlandes, sondern die Erleichterung der Ausfuhr. Die exportierenden Länder seien von ihrem Wert mehr überzeugt als die importierenden. Meist läßt deshalb das Einfuhrland es jetzt nicht mehr bei der Forderung nach Vorlage derartiger Zeugnisse bewenden, sondern sieht auch eine Nachprüfung ihrer Richtigkeit durch eigene Untersuchungen beim Grenzübertritt vor. Daß letztere allein ohne Vorlage von Ursprungs- und Gesundheitszeugnissen ebensowenig wie die Zeugnisse allein befriedigen können, ist naheliegend, da ja die Schwierigkeit bzw. Unmöglichkeit der Entdeckung des Krankheitserregers oder kranker Ware — Güssow weist in diesem Zusammenhang insbesondere auf die Viruskrankheiten hin — für beide Fälle in gleicher Weise zutrifft. Smith und seine Mitarbeiter lehnen deshalb diese von ihnen als „inspection at point of destination" bezeichnete Regelung ebenso ab wie die „inspection and certification at point of origin". Sie empfehlen als einzig zuverlässige Maßnahme die „controlled introduction of plants and plant products". Danach soll die Pflanzenquarantäne eine allgemeine Überwachung des gesamten Verkehrs mit Pflanzenmaterial umschließen, in deren Rahmen die Einfuhr nur bei Erfüllung bestimmter Bedingungen genehmigt wird.

Wie ohne weiteres einleuchtet, hat es nur dann einen Sinn, die Genehmigung der Einfuhr von bestimmten Bedingungen abhängig zu machen, wenn gleichzeitig Vorsorge getroffen ist, daß diese auch wirklich erfüllt werden können. Welche Vorkehrungen dazu getroffen werden müssen, ist bereits in der Internationalen Reblaus-Konvention vom 3. 11. 1881[3]) angedeutet.

Artikel 1 dieser Konvention bestimmt: Die vertragschließenden Parteien verpflichten sich, behufs der Ermöglichung eines einheitlichen und wirksamen Vorgehens gegen das Eindringen und die Verbreitung der Reblaus ihre innere Gesetzgebung erforderlichenfalls zu ergänzen und hierbei die nachfolgenden Punkte ins Auge zu fassen:

1. Überwachung der Weinberge, Gärten, Gewächshäuser und Pflanzenschulen, ferner Untersuchung derselben nach der Reblaus und im Falle der Auffindung tunlichste Vernichtung des Insekts.

2. Abgrenzung der von dem Übel befallenenen Gebiete nach Verhältnis des Auftretens und der Verbreitung desselben innerhalb des Staatsgebiets.

3. Regelung des Versands von Reben und deren Abfällen und Erzeugnissen sowie von Pflanzen, Sträuchern und sonstigen Erzeugnissen des Gartenbaues, um eine

---

[1]) Marlatt, C. L., Protecting the United States from plant pests. Natl. Geogr. Mag. **40**, 1921, 205—218.

[2]) Güssow, H. T., Vortrag gehalten auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935. — Plant quarantine legislation — a review and a reform. Phytopathology **26**, 1936, 470.

[3]) Reichsgesetzblatt 1882, 17—21.

Verschleppung des Übels von Ansteckungsherden aus im eigenen Lande oder auf dem Verkehrswege nach anderen Staaten zu verhüten.

4. Die Art der Verpackung bei Versendung von Gegenständen der vorbezeichneten Art sowie Verhütungsmaßregeln und Vorschriften für Fälle der Übertretung der erlassenen Verordnungen.

In Artikel 2 heißt es u. a., daß Pflanzen, Sträucher und sonstige Erzeugnisse von Pflanzschulen, Gärten, Gewächshäusern und Orangerien von einem Staat nach dem andern nur durch die zu diesem Behufe von den vertragschließenden Nachbarstaaten zu bezeichnenden Zollämter eingeführt werden dürfen.

Artikel 3 verlangt, daß bestimmten Gegenständen eine Bescheinigung der Behörde des Ursprungslandes beigegeben werden muß, wonach diese Gegenstände

a) aus einem, soviel bekannt, von der Reblaus verschonten Bezirk herrühren, welcher als solcher auf der in jedem der vertragschließenden Staaten herzustellenden und richtig zu erhaltenden Spezialkarte verzeichnet ist;

b) in jene nicht erst neuerdings eingeführt wurden.

Er bestimmt weiter, daß das Zollamt die fraglichen Gegenstände durch amtliche Sachverständige untersuchen läßt.

Nach Artikel 4 sind Gegenstände, welche nach dem Ausspruch der Sachverständigen mit der Reblaus behaftet sind, nebst dem Verpackungsmaterial sofort an Ort und Stelle durch Feuer zu vernichten. Die Fahrzeuge, welche zum Transport gedient haben, sind unverzüglich und ausreichend mit Schwefelkohlenstoff zu waschen oder mittels irgendeines andern wissenschaftlich als wirksam anerkannten und staatlich genehmigten Verfahrens zu desinfizieren. Jeder Staat soll die geeigneten Maßnahmen treffen, um die strenge Ausführung solcher Desinfizierungen zu sichern.

Aus diesen Bestimmungen ist zunächst zu entnehmen, daß eine bedingte Einfuhr nicht nur bestimmte Vorkehrungen an der Grenze des zu schützenden Gebiets erfordert, sondern solche auch in seinem Innern verlangt. Diese bilden teilweise auch die Voraussetzung für die Durchführung der später zu besprechenden Sperrung der Seuchengebiete zur Verhinderung der Verschleppung von Krankheiten im Lande. Die früher erwähnte Unmöglichkeit, zwischen den beiden großen Gruppen von Quarantänemaßnahmen scharf zu scheiden, wird hier offenbar; sie greifen ineinander. Das zeigt z. B. sehr deutlich das deutsche Gesetz betreffend Maßregeln gegen die Reblauskrankheit vom 6. 3. 1875[1]).

§ 1 dieses Gesetzes ermächtigte den Reichskanzler, Ermittlungen innerhalb des Weinbaugebietes der einzelnen Bundesstaaten über das Auftreten der Reblaus anzustellen. § 2 umgrenzte die Befugnisse der mit diesen Ermittlungen betrauten Organe.

Demnach sind diese Organe ursprünglich vorgesehen worden, um eine Verschleppung der Reblaus innerhalb des Reichsgebietes zu verhüten, da zur Zeit des Erlasses dieses Gesetzes noch keinerlei Regelung für den internationalen Verkehr bestand. Nach Abschluß der Internationalen Reblauskonvention dagegen sind sie auch für den Grenzschutz unentbehrlich geworden. Denn Aufgaben wie die durch den Artikel 1 den vertragschließenden Staaten übertragenen, die auch die Unterlagen für die Ausstellung von Ursprungszeugnissen liefern, können nur durch besonders geschulte Organe gelöst werden. Solche sind weiter erforderlich, wenn die Einfuhr in das zu schützende Gebiet nur nach vorangegangener Untersuchung der einzuführenden Gegenstände auf Befall durch be-

[1]) Reichgesetzblatt 1875, 175.

stimmte Krankheitserreger zugelassen ist, sei es, daß die Untersuchung in dem Ursprungsland vorzunehmen ist oder daß sich das Einfuhrland eine solche durch seine eigenen Organe vorbehält.

Solange es sich nur um einige wenige und leicht erkennbare Krankheitserreger handelt, auf die bei der Ausstellung von Ursprungs- und Gesundheitszeugnissen zu achten ist, genügt es, im Bedarfsfalle Sachverständige heranziehen zu können.

So hat der preußische Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten in einem Erlaß an die Oberpräsidenten vom 30. 7. 1883[1]) ersucht, die Sachverständigen schleunigst zu ersuchen, „die Funktionen als solche in denjenigen Fällen zu übernehmen, in welchen sie von dem betreffenden Zollamt requiriert werden sollten". Zugleich sollen diese darauf aufmerksam gemacht werden, „daß in dem Falle einer Requisition der Zollbehörde die Beschleunigung zur Vornahme der Untersuchung dringendes Erfordernis ist, wenn nicht der angehaltenen Pflanzensendung, sofern sie später für gesund befunden wird, der größte Nachteil erwachsen soll. Sofern der requirierte Sachverständige in einem einzelnen Fall verhindert sein sollte, der Requisition des Zollamts ohne Säumen zu genügen, so hat derselbe die Requisition sofort an seinen Stellvertreter gelangen zu lassen."

Eine derartige Regelung für den Bedarfsfall wird um so weniger ausreichen, je ausgedehnter von der Forderung von Ursprungs- und Gesundheitszeugnissen Gebrauch gemacht wird und je weniger spezialisiert diese zu halten sind, da dann die Zahl der festzustellenden Krankheitserreger immer größer wird und damit die Anforderungen an die Sachkenntnis der Sachverständigen ständig wachsen. Die Notwendigkeit, dem Verlangen nach Vorlage von Gesundheitszeugnissen nachzukommen, hat deshalb in manchen Ländern erst Anlaß gegeben, eine ständige Organisation zu schaffen, wie sie heute allgemein als Pflanzenschutzdienst bekannt ist. Das trifft z. B. für den französischen Pflanzenschutzdienst zu. Schwartz[2]) weist darauf hin, daß der erste Anlaß zu seiner Einrichtung durch die Vorbereitung und den Erlaß des Pflanzenschutzgesetzes der Vereinigten Staaten von Nordamerika vom Jahre 1912 gegeben worden ist. Dieses Gesetz läßt die Einfuhr von lebenden Pflanzen nur zu, wenn die Sendungen von Gesundheitszeugnissen staatlich beauftragter Pflanzenschutzsachverständiger der Ursprungsländer begleitet sind. Frankreich mußte deshalb Vorsorge treffen, daß seine Exporteure die vorgeschriebenen Atteste beibringen konnten, und hat zu diesem Zweck seinen phytopathologischen Dienst ins Leben gerufen. In klarer Erkenntnis der Voraussetzungen für eine wirksame Pflanzenquarantäne ist dann auch in Artikel 2 des Internationalen Pflanzenschutzabkommens gefordert worden, daß in jedem dem Übereinkommen beitretenden Lande eine amtliche Pflanzenschutzorganisation zu schaffen ist, welche die Durchführung der im Artikel 1 vorgesehenen Maßnahmen gegen die Einführung und Ausbreitung von Pflanzenschädlingen sicherstellen soll[3]). Daß diese Forderung auch in dem Entwurf der Neufassung der Internationalen Pflanzenschutzkonvention Aufnahme gefunden hat, versteht sich von selbst.

---

[1]) Moritz, Maßnahmen zur Bekämpfung der Reblaus und anderer Rebenschädlinge im Deutschen Reiche. Berlin 1902, S. 66.

[2]) Schwartz, M., Die Organisation des französischen Pflanzenschutzdienstes. Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst **10**, 1930, 4.

[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1929, 169.

In Deutschland ist durch das Gesetz zum Schutze der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen vom 5. 3. 1937[1]), das am 26. 8. 1949 in etwas abgeänderter Fassung von der deutschen Bundesrepublik übernommen worden ist[2]), ein Pflanzenbeschaudienst für die Überwachung der Einfuhr, Durchfuhr und Ausfuhr von Pflanzen, Pflanzenerzeugnissen und sonstigen Gegenständen, die aus Gründen des Pflanzenschutzes zu untersuchen sind, eingerichtet worden. Anträge auf Ausstellung von Pflanzenschutzzeugnissen sind an das zuständige Pflanzenschutzamt zu richten, das einen Sachverständigen damit beauftragt. § 6 des erstgenannten Gesetzes bestimmte ferner, daß dem Pflanzenbeschaudienst auch die für die Ausfuhr aus Gründen des Pflanzenschutzes vorgeschriebene Überwachung von Baumschulen, Gartenbau-, Weinbau- und Saatzuchtbetrieben obliegt.

Dieser letztere Hinweis erwähnt eine weitere, in Artikel 1 der Internationalen Reblaus-Konvention ebenfalls angeführte, wesentliche Voraussetzung für die Erfüllung der Bedingungen, an welche die Einfuhr geknüpft ist. Güssow[3]) bezeichnet als vornehmste Pflicht aller Länder, die Ausfuhr jedes wahrscheinlich kranken Materials zu verhindern, das ein anderes Land bedrohen kann. Das aber ist, wie er mit Recht betont, nur möglich mit Hilfe eines ausreichenden Überwachungsdienstes am Erzeugungsort während der Vegetation. Das leuchtet z. B. ohne weiteres ein bei Krankheiten, die bei der Untersuchung des Pflanzenmaterials überhaupt nicht zu erkennen sind, wie es z. B. für die große Gruppe der Viruskrankheiten zutrifft. Es gilt aber auch für viele andere Fälle, in denen die Feststellung des Schädlings mehr oder minder großen Schwierigkeiten begegnet. Güssow[4]) sieht deshalb eine fundamentale Pflicht der Exportländer in der Unterhaltung eines kompetenten Dienstes, der alle für den Export bestimmten Pflanzen während der Vegetationszeit und vor der Verladung genau besichtigt. Er fordert die Vereinbarung bestimmter Standardwerte für Reinheit und Freiheit von Krankheiten zwischen Ex- und Importländern. Nur für Pflanzen, die diese Werte erreichen, soll das Zeugnis ausgestellt werden, nur sie sollen das Exportland verlassen und in das Importland hineingelassen werden dürfen. Um eine solche Überwachung der Erzeugungsstätten zu ermöglichen, bedarf es besonderer Vorkehrungen.

So hat Deutschland in dem Gesetz betr. die Abwehr und die Unterdrückung der Reblauskrankheit vom 3. 7. 1883[5]) zur Ausführung der Internationalen Reblaus-Konvention bestimmt, daß alle Rebpflanzungen der Beaufsichtigung und Untersuchung durch die von den Landesregierungen ermächtigten Organe unterliegen. Die letzteren sind befugt, zum Zweck von Nachforschungen nach der Reblaus die Entwurzelung einer entsprechenden Anzahl von Rebstöcken zu bewirken. Die Überwachung geschieht durch die Landesregierungen. Insbesondere sollen diejenigen Rebschulen, in welchen Reben zum Verkaufe gezogen werden, einer regelmäßigen, mindestens alljährlichen Untersuchung unterworfen werden.

Hier ist also ein erster Anfang zur Einrichtung eines Überwachungsdienstes gemacht, indem dieser nur für einen bestimmten Schädling eingerichtet worden

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **9**, 1937, 66.

[2]) Gesunde Pflanzen **1**, 1949, 229.

[3]) Güssow, H. T., Vortrag gehalten auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Amsterdam 1935. — Plant quarantine legislation, a review and a reform. Phytopathology **26**, 1936, 473.

[4]) Güssow, H. T., International cooperation concerning plant Qarantines. Chronica Botanica **3**, 1937, 6.

[5]) Reichsgesetzblatt 1883, 149.

ist. Einen weiteren Ausbau bedeutet die Regelung der Anerkennung landwirtschaftlicher Saaten, wie sie beispielsweise in Deutschland durch die Anordnung vom 15. 4. 1935[1]) neu erfolgt ist. Die Anerkennung, die an anderer Stelle dieses Handbuches ausführlich behandelt ist, hat eine eingehende Besichtigung des Pflanzenbestandes am Erzeugungsort zur Voraussetzung. Als Beispiele für eine generelle Regelung schließlich seien das französische Gesetz vom 25. 3. 1941[2]) und das brasilianische Dekret vom 12. 4. 1934[3]) über Pflanzenschutz angeführt.

In Artikel 23 des ersteren heißt es, daß die Ursprungs- und Gesundheitszeugnisse nur für Erzeugnisse ausgestellt werden dürfen, die aus Kulturen stammen, die der regelmäßigen staatlichen Pflanzengesundheitskontrolle unterliegen. Artikel 20 ordnet an, daß jeder Unternehmer, der zur Erlangung derartiger Zeugnisse seine Kulturen oder Erzeugnisse der staatlichen Pflanzenschutzüberwachung unterwerfen will, einen diesbezüglichen Antrag zu stellen hat. Das brasilianische Dekret bestimmt in Artikel 48, daß Ausführer, die Gesundheitszeugnisse erlangen wollen, zunächst bei dem Pflanzenschutzdienst die Besichtigung ihrer Saatfelder, Pflanzungen usw. und danach die Besichtigung der zur Ausfuhr bestimmten Erzeugnisse beantragen müssen.

Auf eine dritte wesentliche Voraussetzung für die Erfüllung der Bedingungen, an welche die Einfuhr geknüpft ist, macht endlich Artikel 3 der Internationalen Reblaus-Konvention aufmerksam. Wenn die Einfuhr in das zu schützende Gebiet an jeder beliebigen Stelle der Grenze erfolgen kann, ist eine wirksame Überwachung nicht möglich. Deshalb sieht dieser Artikel ihre Zulassung nur über bestimmte genau zu bezeichnende Zollämter vor.

In Ausführung der Konvention bestimmt die deutsche Verordnung, betreffend das Verbot der Einfuhr und der Ausfuhr von Pflanzen und sonstigen Gegenständen des Wein- und Gartenbaues vom 4. 7. 1883[4]), in § 4, daß die Einfuhr ausschließlich über die hierfür vom Reichskanzler zu bezeichnenden Zollämter und die Ausfuhr ausschließlich über die zu diesem Behuf von einem jeden der beteiligten Staaten für sein Gebiet zu bezeichnenden Zollämter stattzufinden hat. Verzeichnisse der deutschen und ausländischen Zollstellen, über welche die Einfuhr der zur Kategorie der Rebe nicht gehörigen Pflänzlinge, Sträucher und sonstigen Vegetabilien erfolgen darf, sind durch die Bekanntmachungen vom 6. 3. und 15. 9. 1925[5]) veröffentlicht worden. Weiter sind Einlaßstellen für die in das deutsche Zollinland eingehenden Kartoffelsendungen sowie für untersuchungspflichtiges Obst und für untersuchungspflichtige lebende Pflanzen und frische Teile von solchen durch die Verordnungen vom 29. 5. 1935 und vom 23. 11. 1934[6]) bekannt gegeben worden.

Bei der Auswahl der Einlaßstellen muß naturgemäß auf die Möglichkeit Rücksicht genommen werden, die erforderlichen Untersuchungen sachgemäß durchführen zu können. Deshalb wird z. B. in Artikel 3 des Dekrets vom 12. 4. 1934[7])

---

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 82—90; 101; 1—3.

[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **13**, 1941, 218.

[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 127, 122.

[4]) Reichsgesetzblatt 1883, 153.

[5]) Noack, M., Die Pflanzenschutzbestimmungen für die Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr lebender Pflanzen und frischer Pflanzenteile im Deutschen Reich 1926, 55—57, 87—92.

[6]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 82—90; 101; 1—3.

[7]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 122, 127.

das den brasilianischen Pflanzenschutz neu regelt, bestimmt, daß die Einfuhr von Pflanzen und Pflanzenteilen nur über solche Häfen oder Grenzstationen zulässig ist, in denen ein Pflanzenschutzdienst eingerichtet ist. Welche Häfen und Stationen dementsprechende Einrichtungen besitzen, soll von Zeit zu Zeit durch das Landwirtschaftsministerium bestimmt werden. Es ist naheliegend, daß man derartige Einrichtungen nur an solchen Stellen der Grenze treffen wird, über die der Verkehr bereits vorwiegend geht. Daß die Entwicklung der Technik zu grundlegenden Änderungen im bestehenden Verkehrsnetz führen kann, zeigt das Beispiel Kaliforniens.

Die starke Zunahme des Automobilverkehrs aus dem Großen Becken durch die Trockengebiete von Nevada über die Sierra Nevada öffnete eine neue Einlaßpforte für das Eindringen von Pflanzenschädlingen. Kalifornien wurde von hier aus besonders durch die Einschleppung des Luzerneblattnagers (*Phytonomus variabilis*) bedroht. Das führte 1921 zur Einrichtung der „Border inspection". Es wurden zunächst auf den beiden Hauptzufahrtsstraßen U. S. Nr. 40 und U. S. Nr. 50 Inspektionsstationen eingerichtet[1]). Entsprechend dem Anwachsen des Automobilverkehrs ist die Zahl dieser Stationen bis zum Dezember 1934 auf 24 erhöht[2]).

Eine weitere einschneidende Änderung ist in neuerer Zeit durch den schnellen Ausbau des Flugverkehrs angebahnt.

Über das Ausmaß dieser Entwicklung hat Annand[3]) interessante Zahlen gebracht. Während 1939 von der Quarantäne der Vereinigten Staaten 5010 Flugzeuge erfaßt wurden, flogen 1949 65107 mit 1169931 Passagieren und 299033 Frachtstücken, die für die Quarantäne von Interesse waren, in das Bundesgebiet ein.

Kisliuk[4]) berichtet über das Ergebnis der phytopathologischen Untersuchung von je einem Strauß von Chrysanthemen, Nelken und Rosen, die als einziges lebendes Pflanzenmaterial auf dem Luftschiff „Graf Zeppelin" bei seiner Landung in Lakehurst gefunden wurden. Auf ihnen stellte er sieben Insekten und zwei Pilze fest. Fleury[5]) macht auf die Gefahr aufmerksam, die Kalifornien aus einem Flugverkehr zwischen dem Festland und Hawaii durch die Möglichkeit der Einschleppung von *Ceratitis capitata Wied.* und *Bactrocera cucurbitae* (*Cop.*) droht. Das Bureau of Plant Quarantine der Vereinigten Staaten hat darum eine „airplane inspection" eingerichtet. Sie wird an denjenigen Flugplätzen durchgeführt, die als Einlaßstellen für die Ankunft aus anderen Staaten zugelassen sind.

Die Natur des Flugverkehrs bringt es mit sich, daß die Einlaßstellen nicht an der Grenze des zu schützenden Gebiets liegen, sondern in seinem Innern. In manchen Staaten ist die gleiche Regelung zum Teil auch für die auf dem Land- oder Wasserwege eingehenden Sendungen getroffen, um auf diese Weise eine Zentralisierung der Untersuchung an einigen wenigen Orten zu ermöglichen und dadurch diese mit vollkommeneren Einrichtungen ausstatten zu können.

---

[1]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California, Bul. **553**, 1933, 113.

[2]) Fleury, A. C., Bureau of plant quarantine. Monthly Bul. Dep. Agric. California **23**, 1934, 495.

[3]) Annand, P. N., To day in foreign plant quarantine. Journ. econ. Entomology **43**, 1950, 140.

[4]) Kisliuk jr., M., Plant quarantine inspection of the Dirigible „Graf Zeppelin". Journ. econ. entomol. **22**, 1929, 594—595.

[5]) Fleury, A. C., Recent trends in plant quarantine. Monthly Bul. Dep. Agric. California **23**, 1934, 495.

Bei einer solchen Regelung ist aber die Gefahr nicht ganz von der Hand zu weisen, daß der Transport einer verseuchten Sendung von der Grenze bis zum Untersuchungsort die Einschleppung eines Schädlings zur Folge haben kann.

Um eine möglichst restlose Erfassung aller eingehenden Pflanzensendungen zu gewährleisten, verpflichtet das Brasilianische Pflanzenschutzdekret[1]) in Artikel 6 das Finanzministerium, durch seine Zollämter und Zollposten dem Beamten des Pflanzenschutzdienstes in dem betreffenden Hafen oder der Grenzstation die Ankunft aller Pflanzen und Pflanzenteile unter Angabe des Herkunftslandes mitzuteilen. Eine gleiche Mitteilung ist seitens des Ministeriums für den Verkehr und die öffentlichen Arbeiten durch die Post- und Telegraphenverwaltungen für Pflanzen und Pflanzenteile zu machen, die auf dem Postwege eingeführt werden.

Auf den Philippinen sucht man den gleichen Zweck dadurch zu erreichen, daß alle Personen, die beabsichtigen, Pflanzenmaterial einzuführen, bei dem Bureau of Plant Industry einen Antrag auf Untersuchung der hereinkommenden Pflanzen bei oder vor der Ankunft einer solchen Sendung zu stellen haben[2]).

Die Aufgaben, die den Einlaßstellen zufallen, sind in den einzelnen Ländern entsprechend der Verschiedenartigkeit der Einfuhrbedingungen sehr unterschiedlich. Wenn die Einfuhr lediglich von der Vorlage eines Gesundheitszeugnisses des Ursprungslandes abhängig gemacht wird, wie es z. B. für Dänemark nach der Bekanntmachung vom 22. 2. 1935[3]) zutrifft, so kann sich die Einlaßstelle auf die Nachprüfung beschränken, ob das Zeugnis den Vorschriften entspricht. Nur wenn dies nicht zutrifft, sind weitere Maßnahmen zu ergreifen. Wesentlich stärker schon ist die Beanspruchung, wenn es sich wie bei der kalifornischen „Border inspection" darum handelt, alle durchkommenden Fahrzeuge auf das Mitführen von Pflanzen und Pflanzenteilen zu untersuchen, deren Einfuhr verboten ist. Von dem Umfang der dabei beschlagnahmten Konterbande gibt eine Zusammenstellung von Smith und seinen Mitarbeitern[4]) eine Vorstellung. Die höchsten Anforderungen schließlich werden gestellt, wenn alle eingehenden Pflanzensendungen grundsätzlich einer Untersuchung auf Schädlingsbefall zu unterwerfen sind, auch wenn sie von Ursprungs- und Gesundheitszeugnis begleitet sind, wie es z. B. das britische Memorandum[5]) über das Gesundheitszeugnis für Pflanzen, die nach dem Vereinigten Königreich eingeführt werden sollen, und die Verordnung des Oberkommissars von Palästina vom 26. 2. 1934[5]) vorschreiben. Führt eine solche Untersuchung zu keinen Beanstandungen, so kann die Sendung unter Beifügung einer Besichtigungsbescheinigung, wie sie z. B. die Ausführungsbestimmungen zu der belgischen Verordnung über die Überwachung der Einfuhr von Kartoffeln vom 10. 4. 1935[6]) anordnen, freigegeben werden. Das brasilianische Pflanzenschutzdekret scheint von einer solchen abzusehen. Denn in Ar-

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 123.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **5**, 1933, 94.
[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 39.
[4]) Smith, H. S., u. a., The efficacy and economic effects of plant quarantines in California. Univ. California Bul. **553**, 1933, 123.
[5]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 10, 23.
[6]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 156.

tikel 9[1]) heißt es nur, daß der Beamte des Pflanzenschutzdienstes die Abfertigung der eingeführten Erzeugnisse genehmigt, wenn er sich überzeugt hat, daß sie nicht unter die Bestimmungen fallen, die ihre Einfuhr ausschließen. In manchen Fällen wird eine Sendung, auch wenn sie keinerlei Anzeichen von Schädlingsbefall erkennen läßt, erst freigegeben, nachdem sie einer bestimmten Behandlung unterworfen worden ist.

Artikel 1 des brasilianischen Pflanzenschutzdekrets bestimmt in § 1[1]), daß Pflanzenarten, deren Einfuhr mit Erde gestattet ist, beim Eingang unbedingt zu desinfizieren und mit anderer Erde zu versehen sind. Nach der USA-Federal-Quarantine Nr. 64 sind aus Texas stammende Früchte, auch wenn sie trotz eingehender Untersuchung keinen Befall durch die mexikanische Fruchtfliege zeigen, zur Beseitigung jeglichen Risikos durch geeignete Maßnahmen zu entseuchen.

Die Anwendung von Entseuchungsverfahren, deren technische Durchführung an anderer Stelle dieses Handbuchs[2]) besprochen ist, wird nun vor allem in Erwägung zu ziehen sein, wenn die Untersuchung das Vorhandensein von Schädlingen ergeben hat. In diesem Fall bleiben demnach zwei Möglichkeiten. Entweder wird man die Freigabe des verseuchten Materials ablehnen und für seine Beseitigung Sorge tragen oder man wird seine Einführung zulassen, nachdem es durch ein unbedingt sicheres Verfahren vollkommen entseucht ist. Welchen von beiden Wegen man einschlägt, wird von verschiedenen Gesichtspunkten bestimmt. Vor allem wird entscheidend sein, ob ein zuverlässig wirkendes Entseuchungsverfahren bekannt ist. Dann aber kann auch mitsprechen, wie stark die Verseuchung ist, und ob es sich um einen Schädling handelt, der in dem zu schützenden Gebiet überhaupt noch nicht vorkommt oder ob er schon mehr oder weniger in ihm verbreitet ist.

So bestimmt Artikel 11 des brasilianischen Pflanzenschutzdekrets[3]), daß eingeführte Pflanzenerzeugnisse, die befallen oder schädlich sind oder bezüglich deren nur der Verdacht besteht, daß sie Träger von Pilzen, Insekten oder anderen Schädlingen sind, die in dem Lande bereits vorkommen oder verbreitet und als wirtschaftlich weniger wichtig bekannt sind, abgefertigt werden können, wenn sie einer Desinfektion, Reinigung oder Sterilisierung nach den vom Landwirtschaftsministerium erlassenen Bestimmungen unterzogen worden sind. Die Verordnung des Oberkommissars von Palästina vom 26. 2. 1934[4]) überläßt es der Entscheidung des Pflanzenschutzbeamten, ob Pflanzen, die bei der Untersuchung als von irgendeinem Virus, Bakterium, Pilz oder einer anderen Krankheit angesteckt oder als Träger irgendeiner Insektenkrankheit befunden werden, vernichtet, an ihren Ursprungsort zurückgesandt oder einer Entseuchung unterworfen werden. Besonders aufschlußreich ist in dieser Beziehung das eben erwähnte britische Memorandum. Hier wird der Unterschied der Behandlung an Hand von einigen Beispielen erläutert. Befall durch die San-José-Schildlaus wird auch bei nur geringem Ausmaß sofortige Vernichtung oder Rücksendung des Materials zur Folge haben, weil dieser Schädling im Vereinigten Königreich noch nicht vorkommt. Bei geringem Befall durch die Kommalaus wird man dagegen die Sendung freigeben, wenn der Empfänger die befallenen Bäume zur Zufriedenheit entseuchen läßt. Das Memorandum beschließt diese Erörterung jedoch mit dem Hinweis, es sei selbstverständlich, daß Sendungen von Pflanzen, die sichtbar und wesentlich selbst von gewöhnlichen Krankheiten oder

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 124, 122.
[2]) Vgl. S. 334 ff. dieses Bandes.
[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 125.
[4]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 23.

Schädlingen befallen seien, nicht zur Einfuhr zugelassen, sondern entweder zurückgesandt oder vernichtet würden.

Ob eine verseuchte Sendung, deren Entseuchung und Einfuhr abgelehnt ist, zurückgesandt oder vernichtet wird, bestimmen wiederum die besonderen Umstände.

In Brasilien sind solche Sendungen, soweit nicht der eben zitierte Artikel 11 Anwendung finden kann, nach Artikel 10 binnen 14 Tagen wieder zu verladen; andernfalls werden sie nach Ablauf dieser Frist fortgeschafft oder vernichtet. Handelt es sich um gefährliche oder sich schnell verbreitende Schädlinge oder Krankheiten, so nimmt der Pflanzenschutzdienst sofort die Beschlagnahme und Vernichtung der befallenen Erzeugnisse vor.

Eine besondere Behandlung erfordern schließlich noch diejenigen Fälle, in denen man über den Gesundheitszustand der Sendung nicht sofort mit hinreichender Sicherheit Aufschluß erhalten kann.

Das brasilianische Pflanzenschutzdekret sieht auch diese Möglichkeit vor und bestimmt in Artikel 12, daß Pflanzen oder Pflanzenteile, die aus verdächtigen Ländern oder Gebieten kommen oder deren Gesundheitszustand bei Ankunft zweifelhaft ist, unter Quarantäne in amtlichen Anlagen oder an Orten, die nach Ansicht des Pflanzenschutzdienstes die nötige Sicherheit bieten, ausgepflanzt werden; sie bleiben dort unter Überwachung und dürfen ohne vorherige Genehmigung nicht entfernt werden. Das britische Memorandum will diesem Verfahren Pflanzen aus allen Ländern mit gemäßigtem Klima, aber mit einer der europäischen unähnlichen Flora und Fauna unterwerfen, da man von solchen Pflanzen am ehesten die Einschleppung von bisher in Großbritannien nicht vorhandenen Schädlingen und Krankheiten befürchtet. Swingle, Robinson und May[1]) haben vorgeschlagen, eine solche Quarantäne im ursprünglichen Sinne des Wortes mit einer mengenmäßigen Begrenzung der Einfuhr von Aufzuchtmaterial aus fremden Ländern zu verbinden, das an isolierter Stelle anzubauen ist. Erst wenn es dort nach einer bestimmten Zeit keinerlei Anzeichen von Krankheiten hat erkennen lassen, soll es zur unbeschränkten Vermehrung im Lande freigegeben werden.

γ) Durchfuhr

Wie früher bereits erwähnt wurde, schließt die Verlegung der Einlaßstellen und damit der Untersuchung des einzuführenden Pflanzenmaterials von der Grenze in das Innere des Einfuhrlandes eine gewisse Gefahr ein. Der Transport einer verseuchten Sendung über Strecken des zu schützenden Gebietes kann genügen, um die Einschleppung eines Schädlings zur Folge zu haben. Das trifft naturgemäß in gleichem bzw. im Hinblick auf die längere Strecke in erhöhtem Maße für die Durchfuhr verseuchter Sendungen durch ein Gebiet zu, das sich gegen die Einschleppung derjenigen Krankheitserreger schützen will, mit denen die Sendung behaftet ist. Deshalb bedarf die Durchfuhr, die ja immer mit der Einfuhr beginnt, ebenso wie diese einer genauen Überwachung. Welche Sicherungsmaßnahmen getroffen werden, hat sich nach dem Ausmaß der Gefahr zu richten, mit dem die Durchfuhr verbunden ist, und dieses wiederum wird bestimmt durch die Herkunft der Sendung, durch das Pflanzenmaterial und durch die Art des Transports und der Verpackung.

Daß die Herkunft der Sendung für die anzuwendende Sicherungsmaßnahme eine Rolle spielt, zeigen z. B. die Ausführungsbestimmungen des belgischen Finanz-

---

[1]) Swingle, W. T., Robinson, T. R., and May jr., E., Qarantine procedure to safeguard the introduction of citrus plants: a system of aseptic plant propagation. U. S. Dept. Agr. Circ. **299**, 1924.

ministeriums zur Überwachung der Einfuhr von Kartoffeln, Tomaten und Auberginen vom 19. 4. 1935[1]). Nach ihnen ist, wenn die Beförderung nicht auf der Eisenbahn erfolgt, die Durchfuhr von Sendungen französischer Herkunft völlig verboten, während solche aus anderen Ländern unter bestimmten Voraussetzungen zur Durchfuhr zugelassen werden.

Als Beispiel für die Abhängigkeit der Sicherungsmaßnahmen von der Art des Pflanzenmaterials seien die Bestimmungen für die Durchfuhr durch Deutschland angeführt[2]). Während die Durchfuhr von Reben völlig verboten ist, ist die Durchfuhr aller nicht zur Kategorie der Rebe gehörigen Gewächse gestattet, wenn die betreffenden Erzeugnisse unter Zollverschluß durch das Reichsgebiet befördert werden.

Den Einfluß der Art des Transports und der Verpackung lassen wiederum die eben erwähnten belgischen Ausführungsbestimmungen erkennen. Sie verzichten auf jegliche „Förmlichkeit über gesundheitliche Regelung" für solche Sendungen, die das Land in unmittelbarer Durchfuhr beim Ein- und Ausgang mit der Eisenbahn passieren. Andere Beförderungsarten im Durchfuhrverkehr sind dagegen den allgemeinen für die Einfuhr vorgesehenen Bedingungen unterworfen. Nach der Bekanntmachung des dänischen Landwirtschaftsministeriums über die Einfuhr von Kartoffeln vom 21. 7. 1927[3]) ist die Durchfuhr von Kartoffeln nicht als Einfuhr anzusehen, sofern der Versand mittels durchgehenden Frachtbriefes erfolgt und die Kartoffeln sorgfältig verpackt sind oder wenn die Umladung in einem dänischen Hafen von Schiff zu Schiff, nicht über Kai erfolgt. Deutschland[2]) verzichtet im Hinblick auf die Art, wie Poststücke verpackt sein müssen, auf die sonst bestehende Forderung des Zollverschlusses; wenn die Durchfuhr aller nicht zur Kategorie der Rebe gehörigen Gewächse im Postverkehr erfolgt. Es gestattet weiter, daß Tafeltrauben, die nach der Internationalen Reblaus-Konvention nur in wohlverwahrten und dennoch leicht zu durchsuchenden Schachteln, Kisten oder Körben zum Verkehr zugelassen werden, für die Durchfuhr auch in Fässern verpackt sein dürfen, wenn diese in Überfässer ohne Spund und Zapfenöffnung verpackt und sowohl die Fässer als auch die Überfässer aus starkem Holz mit fest eingesetzten Böden und fest aneinander gefügten Dauben gearbeitet sind.

Welche Maßnahmen in Frage kommen, um die Gefahr abzuwenden, die sich aus der Durchfuhr einer verseuchten Sendung ergibt, ist in dem Vorangegangenen bereits angedeutet. Die weitgehendste von ihnen stellt das völlige Verbot der Durchfuhr dar. In diesem Falle handelt es sich also gar nicht mehr um Vorkehrungen zur Sicherung einer gefahrlosen Durchfuhr. Von solchen kann man naturgemäß nur sprechen, wenn die Durchfuhr zugelassen, aber an bestimmte, eine Gefahr möglichst ausschließende Bedingungen geknüpft ist. Diese können einmal eine bestimmte Art der Verpackung vorschreiben, wie das die eben erwähnten Bestimmungen erkennen lassen. In der Regel wird man sich aber hiermit allein nicht zufrieden geben. Die Durchfuhr von Tafeltrauben durch Deutschland z. B. wird nicht nur von der besonders gesicherten Verpackung in Fässern abhängig gemacht, sondern außerdem vom Zollverschluß. Der Zollverschluß stellt die allgemein übliche Sicherungsmaßnahme für die Durchfuhr dar. Ihm kann entweder jedes einzelne Stück unterworfen werden (Kolloverschluß) oder der ganze Raum, in dem sich die durchzuführende Sendung befindet (Raumverschluß).

---

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 156.

[2]) Noack, M., Die Pflanzenschutzbestimmungen für die Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr lebender Pflanzen und frischer Pflanzenteile im Deutschen Reich. Berlin 1926, S. 14, 99, 98.

[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **1**, 1927, 201.

Nach den am 10. 8. 1935 erlassenen Vorschriften Jugoslawiens[1]) ist die Durchfuhr aller lebenden Pflanzen, Pflanzenteile und Früchte in direkten und plombierten Eisenbahnwagen oder in plombierten Packsäcken verpackt gestattet, ohne Rücksicht auf das Gesundheitszeugnis und ohne Rücksicht darauf, aus welchem Lande die Sendung kommt. In bestimmten Fällen kann auch nur der Kolloverschluß zugelassen werden, wie das beispielsweise für die erwähnte Durchfuhr von Tafeltrauben in Fässern durch Deutschland zutrifft.

Eine hinreichend gesicherte Durchfuhr kann unter Umständen nicht nur im Interesse desjenigen Landes liegen, durch das die Durchfuhr erfolgt. Vielmehr kann auf eine solche auch dasjenige Land Wert legen, das die Sendung empfängt.

Das zeigt der griechische Präsidialerlaß vom 24. 3. 1933[2]). Nach § 3 des Artikel 1 wird die Einfuhr von Kartoffeln aus einem Lande, das nicht vom Kartoffelkäfer oder Kartoffelkrebs befallen ist, deren Durchfuhr jedoch durch Länder erfolgt ist, die von diesem Insekt oder diesem Pilz befallen sind, mit der Maßgabe gestattet, daß sie gut verpackt und vom amtlichen Pflanzenschutzdienst des Ursprungslandes plombiert sind.

2. Sperrung der Seuchengebiete

Bei der Sperrung der Seuchengebiete handelt es sich, wie früher erwähnt wurde, um die Verhinderung der Verschleppung eines eingeschleppten oder bereits eingebürgerten Schädlings von den ersten Seuchenherden aus in das übrige betroffene Staatsgebiet, wobei gleichzeitig Maßnahmen zu seiner Bekämpfung und Ausrottung eingeleitet werden müssen. Vorkehrungen beiderlei Art müssen nebeneinander laufen. Denn eine Verschleppung wird sich um so sicherer verhindern lassen, je schneller die Ausrottung des Schädlings gelingt bzw. je wirksamer seine Bekämpfung ist; andererseits kann der Erfolg von Bekämpfungsmaßnahmen dadurch vereitelt werden, daß bei nicht ausreichender Sicherung gegen Verschleppung des Schädlings dieser sich über das in diese Maßnahmen einbezogene Gelände hinaus bereits ausgebreitet hat.

Die erste Voraussetzung, um Vorkehrungen gegen die Verschleppung eines Schädlings im Lande treffen zu können, ist eine genaue Kenntnis der Örtlichkeiten, an denen er sich eingebürgert hat. Aus dieser Erkenntnis heraus ist, wie schon erwähnt, bereits in dem ersten Gesetz, das Deutschland im Kampf gegen die Reblaus erlassen hat, nachdem es seine Grenzen gegen die Einschleppung des Schädlings durch das wohl überhaupt älteste Pflanzenquarantänegesetz gesperrt hatte, die Bestimmung getroffen worden, daß der Reichskanzler Ermittelungen innerhalb des Weinbaugebietes der einzelnen Bundesstaaten über das Auftreten der Reblaus anstellen lassen kann. Heute sind derartige Erhebungen in der Mehrzahl der Staaten nicht mehr auf einige wenige Schädlinge beschränkt; vielmehr ist der gesamte Pflanzenbau des Landes mehr oder minder vollständig einer Überwachung auf das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen unterworfen. Diese ist zunächst meist im Rahmen eines allgemeinen Pflanzenschutzmeldedienstes ausgeübt worden, wie er z. B. in den Vereinigten Staaten von Nordamerika seit 1898 durchgeführt wird[3]). Werden auf diese Weise durch ein

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 194.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **5**, 1933, 76.
[3]) Schwartz, M., Der Pflanzenschutzmeldedienst in den Vereinigten Staaten. Nachrichtenbl. f. d. deutsch. Pflanzenschutzdienst **9**, 1929, 28.

hinreichend dichtes Netz von sachkundigen Stellen Beobachtungen über das Auftreten jeglicher Pflanzenkrankheiten und -schädlinge gesammelt, so lassen sich aus diesem Material ohne weiteres die für die Überwachung bestimmter Schädlinge erforderlichen ersten Unterlagen gewinnen.

Das geht z. B. sehr deutlich aus dem deutschen Pflanzenschutzgesetz hervor[1]). In seinem § 5 wird den Pflanzenschutzämtern die Überwachung der Kulturen sowie der Vorräte von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen auf den Befall mit Krankheiten und Schädlingen übertragen, soweit sie nicht Aufgabe eines für die Überwachung der Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr besonders vorgesehenen Pflanzenbeschaudienstes ist. Diesen Pflanzenschutzämtern fällt ferner die regelmäßige Berichterstattung über das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen sowie die unverzügliche Meldung zu, falls besonders gefährliche Krankheiten und Schädlinge auftreten.

Über einen derartigen Meldedienst hinaus ist vielfach heute noch ein besonderer Überwachungsdienst eingerichtet, wie es z. B. in Belgien durch die Kgl. Verordnung vom 15. 5. 1929[2]) geschehen ist. Jeglicher Überwachungsdienst kann seiner Aufgabe nur dann gerecht werden, wenn er die Möglichkeit hat, seine Erhebungen ohne jede Behinderung durchführen zu können. Deshalb bestimmt Artikel 3 der belgischen Verordnung, daß

jeder Eigentümer oder Pächter von Grundstücken, wo unter Glas oder sonstwie Gartenpflanzen, Baumschulpflanzen oder andere von dem Minister bezeichnete Erzeugnisse gezüchtet oder angebaut werden, gehalten ist, zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang die genannten Grundstücke durch die dazu bestimmten Beamten des besonderen Überwachungsdienstes besichtigen zu lassen. Noch weiter geht das deutsche Gesetz, betreffend Maßregeln gegen die Reblauskrankheit vom 6. 3. 1875[3]), nach dessen § 2 die mit den Ermittlungen über das Auftreten der Reblaus betrauten Organe befugt sind, auch ohne Einwilligung des Verfügungsberechtigten den Zugang zu jedem mit Weinreben bepflanzten Grundstück in Anspruch zu nehmen. Während in diesen beiden Fällen der ungehinderte Zutritt nur zu bestimmten Kulturen gesichert ist, ist er in Jugoslawien durch das Gesetz vom 9. 12. 1929[4]) ohne jede räumliche Beschränkung im ganzen Lande gewährleistet. Nach § 6 haben die landwirtschaftlichen Fachorgane des Staates, versehen mit der Legitimation der zuständigen allgemeinen Verwaltungsbehörde, das Recht des Zutritts zu jedwedem Grundstück, welcher Kulturart immer, zu allen Warenlagern und Verkaufsräumen von Pflanzen, Pflanzenteilen und Sämereien, zu den Stationen für Pflanzenselektion und -produktion, um das Vorhandensein von Krankheiten oder Schädlingen festzustellen und erforderlichenfalls die Desinfektion oder die Behandlung der Pflanzen, Pflanzenteile und Sämereien, des infizierten oder verdächtigen Materials, ja sogar die Vernichtung desselben in der durch dieses Gesetz oder die betreffende Verordnung vorgesehenen Art und Weise anzuordnen. Dasselbe Recht haben die Fachorgane der staatlichen landwirtschaftlichen Versuchs- und Kontrollstationen, deren Aufgabe es ist, die Prüfung, Heilung, Desinfektion oder Vernichtung vorzunehmen. Diese Organe haben auch freien Zutritt in alle Eisenbahn- und Straßenbahnstationen im Staate sowie in die See- und Flußhäfen mit dem Rechte, auch deren Warenmagazine, die Eisenbahnwagen und Dampfschiffe zu betreten, jedoch nur nach vorheriger Verständigung und Vermittlung des Verwaltungspersonals.

---

[1]) Gesunde Pflanzen 1949, **1** 229.

[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1929, 216.

[3]) Moritz, Maßregeln zur Bekämpfung der Reblaus und anderer Rebenschädlinge im Deutschen Reich. Berlin 1902, S. 2.

[4]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **3**, 1930, 38.

Selbst wenn aber dem Überwachungsdienst durch derartige Bestimmungen die Möglichkeit gegeben ist, seine Erhebungen ohne jede Behinderung durchführen zu können, wird er zur Verwirklichung des gekennzeichneten Zieles nicht auf die Mitarbeit der beteiligten Kreise verzichten können. Diese kann durch zweckentsprechende Aufklärung angestrebt werden, an der es ohnehin in keinem Fall fehlen darf, um das nötige Verständnis für die staatlich angeordneten Maßnahmen zu wecken. Meist wird der Staat es aber dabei allein nicht bewenden lassen dürfen, sondern darüber hinaus die Mitarbeit erzwingen müssen, indem er eine Anzeigepflicht einführt. Die Anzeigepflicht kann, wenn es sich um flächenmäßig sehr begrenzte Kulturen handelt, lediglich auf die Anmeldung dieser Flächen beschränkt werden, die dann durch die zuständigen Stellen auf Schädlingsbefall überwacht werden können.

So bestimmt § 1 einer Anordnung zur Bekämpfung des Spargelrostes im Kreise Osterburg vom 20. 6. 1935[1]), daß sämtliche ein-, zwei- und dreijährigen Spargelanlagen im Kreise zwecks Kontrolle der Ortspolizeibehörde zu melden sind.

Sobald aber ausgedehntere Kulturen auf das Auftreten bestimmter Schädlinge zu überwachen sind, ist mit einer derartigen Meldepflicht allein wenig erreicht. Vielmehr kommt es darauf an, die Verfügungsberechtigten selbst zur Überwachung mitheranzuziehen. Das kann wiederum in verschiedenen Formen geschehen. Einmal kann eine solche Pflicht zur Beteiligung an der Überwachung breitesten Kreisen auferlegt werden und sich auf die gesamte Pflanzenerzeugung erstrecken, wie es das Gesetz über Sicherheitsmaßnahmen gegen Krankheiten unter den Kulturpflanzen in Island vom 31. 5. 1927[2]) und das Pflanzenschutzgesetz von Bolivien vom 28. 5. 1937[3]) bestimmen.

Nach § 4 des ersteren ist jeder, der Pflanzen und Pflanzenteile besitzt oder darüber disponiert und der Grund hat zu vermuten, daß sie krank sind oder es werden können, verpflichtet, eine Anmeldung hierüber zu machen. Nach Artikel 2 ist jeder Eigentümer, Pächter, Inhaber eines landwirtschaftlichen Grundstücks und allgemein jeder Landwirt oder jede Privatperson verpflichtet, schriftlich dem Pflanzenschutzdienst oder dem nächsten Landwirtschaftsdienst das Auftreten von pilzlichen oder tierischen Schädlingen oder Krankheiten, die sich in den Pflanzungen eines Gebietes zeigen, anzuzeigen.

In den meisten Fällen wird die Meldepflicht auf den Nutzungsberechtigten beschränkt. In Uruguay[4]) sind in diesen Kreis auch die Eisenbahngesellschaften einbezogen. Die Meldepflicht kann auch nur für bestimmte Krankheiten und Schädlinge eingeführt werden.

Das kann entweder durch eine allgemeine Regelung erreicht werden, ein Weg, den z. B. Estland in seinem am 9. 10. 1935 erlassenen Pflanzenschutzgesetz[5]) eingeschlagen hatte. Nach § 3 waren die Nutznießer von Ländereien oder Gebäuden verpflichtet, vom Auftreten von Pflanzenschädlingen, die vom Landwirtschaftsminister für gefährlich erklärt worden waren, unverzüglich Anzeige zu erstatten. Der Anzeige waren Teile der geschädigten Pflanze oder die Schädlinge beizufügen, falls dies nicht mit besonderen Schwierigkeiten verbunden war. Weit häufiger wird

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 176.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1928, 31.
[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **13**, 1941, 140.
[4]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1929, 151.
[5]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **7**, 1935, 212.

aber die Verpflichtung zur Anzeige in die für den einzelnen Schädling erlassene Verordnung gesondert aufgenommen. Aus den hier in Betracht kommenden zahlreichen Beispielen sei die englische Verordnung über den Kartoffelkäfer vom 23. 8. 1933[1]) herangezogen. Sie bestimmt, daß jeder, der Land in Besitz hat, in oder auf welchem der Kartoffelkäfer vorhanden ist, mit aller tunlichen Beschleunigung dieses Vorhandensein oder diesen Verdacht dem Ministerium schriftlich zu melden hat. Dieser Meldung ist, wenn möglich, ein Exemplar des Insekts beizufügen.

Diese beiden Verordnungen sind noch insofern bemerkenswert, als sie es nicht nur bei der Anzeigepflicht belassen, sondern gleichzeitig die Einsendung von Material für die Untersuchung verlangen. Nach den früher gemachten Ausführungen kann eine solche Bestimmung gewisse Gefahren in sich schließen, wenn nicht entsprechende Vorkehrungen getroffen werden, die der Möglichkeit einer Verschleppung auf diesem Wege vorbeugen. Dieser Forderung wird z. B. das österreichische Bundesgesetz über die Bekämpfung des Kartoffelkrebses vom 23. 11. 1927[2]) gerecht.

Nach § 3 dieses Gesetzes hat bei Verdacht des Auftretens des Kartoffelkrebses in einem der Bundesländer, für die es erlassen ist, die betreffende Landesregierung unverzüglich die Einsendung einer Probe der verdächtigen Kartoffelpflanzen oder Pflanzenteile, insbesondere der Knollen, an die Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien zwecks Untersuchung zu veranlassen. Eine solche Sendung hat derart verpackt zu sein, daß von ihrem Inhalt einschließlich der den Proben etwa anhaftenden Erde unterwegs nichts verloren werden kann.

Während die bisher angeführten Beispiele lediglich die Verpflichtung zur Anzeige von gelegentlich gemachten Beobachtungen oder Funden des vermuteten oder tatsächlich erfolgten Auftretens von Krankheiten und Schädlingen enthalten, kann darüber hinaus auch die Mitarbeit durch Heranziehung zu planmäßiger Durchsuchung erzwungen werden.

Die erwähnte Anordnung zur Bekämpfung des Spargelrostes[3]) macht es sämtlichen Spargelanbauern des Kreises Osterburg in der Zeit von Anfang Juni bis zum 23. Juni zur Pflicht, ihre ein-, zwei- und dreijährigen Spargelanlagen durchzugehen und nachzuforschen, ob irgendwelche Spargelpflanzen mit Roststellen (*Äzidiosporen*) behaftet sind.

Ist das Auftreten eines gefährlichen Schädlings einwandfrei festgestellt, so gilt es nunmehr, die eigentlichen Absperrmaßnahmen durchzuführen, die seine weitere Verbreitung im Lande verhindern sollen. Welcher Art diese sein können, zeigt z. B. die Verordnung der landwirtschaftlichen Gesundheitspolizei in Mexiko vom 30. 6. 1927[4]). Im Kapitel II, das sich mit den Kontrollzonen und Quarantänen innerhalb des Landes befaßt, heißt es:

Bei Auftreten gefährlicher Pflanzenkrankheiten und Schädlinge kann das Landwirtschaftsministerium für bestimmte Gebiete die Quarantäne erklären und in diesen Gebieten Kontrollzonen errichten. Die entsprechenden Verfügungen müssen enthalten:

a) genaue Festsetzung des Quarantänegebietes, der Kontrollzonen und der Quarantänedauer;

---

[1]) **Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen 5**, 1933, 124.
[2]) **Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen 2**, 1928, 36.
[3]) **Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen 7**, 1935, 176.
[4]) **Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen 1**, 1924, 233.

b) Erklärung der Quarantäne als eine vollständige oder als eine teilweise;

c) Benennung der Pflanzen, landwirtschaftlichen Produkte und irgendwelcher anderen Gegenstände, welche als Verbreitungsmöglichkeit der Krankheit unter die Quarantäne fallen;

d) bei teilweiser Quarantäne die Namen derjenigen Orte, an welchen die Ausrodung der Pflanzen und die Vernichtung landwirtschaftlicher Produkte innerhalb des Quarantänegebietes angeordnet wird;

e) Bekanntgabe der Bekämpfungsmaßnahmen.

Zunächst ist eine genaue Kennzeichnung der Quarantänegebiete erforderlich, indem ihre Abgrenzung eindeutig erfolgt, wie das z. B. die englische Verordnung über den Kartoffelkäfer vom 23. 8. 1933[1]) ausdrücklich verlangt. In jeder Mitteilung, in der ein Stück Land als „verseuchter Platz" erklärt wird, sind die Grenzen des verseuchten Platzes anzugeben. Wesentlich ist nun die Unterscheidung zwischen „verseuchtem" und „bedrohtem Boden", die in der Verordnung des polnischen Staatspräsidenten vom 19. 11. 1927[2]) über die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten gemacht wird.

„Verseuchter Boden" ist ein Boden, auf dem Pflanzen von einer Krankheit oder einem Schädling befallen wurden. „Bedrohter Boden" ist ein Boden, der einem verseuchten Boden benachbart ist, aber auch ein Boden, in bezug auf den die begründete Annahme besteht, daß er verseucht ist. Die Verordnung zur Ausführung des Gesetzes betr. die Bekämpfung der Reblaus im Weinbaugebiet des Deutschen Reiches vom 23. 12. 1935[3]) unterscheidet einerseits zwischen Seuchenstelle und Sicherheitsgürtel, die als Reblausherd zusammengefaßt werden, andererseits zwischen verseucht, seuchenverdächtig und seuchengefährdet. Darüber hinaus sind zum Zwecke der Reblausbekämpfung die am Weinbau beteiligten Gebiete des Deutschen Reiches durch das Gesetz vom 6. 7. 1904[4]) in Weinbaubezirke eingeteilt. In Frankreich spricht man bei der Organisation und Durchführung der Bekämpfung des Kartoffelkäfers[5]) von Seuchengebieten und seuchenverdächtigen oder Schutzzonen; in letztere werden alle Kantone und Gemeinden innerhalb eines Umkreises von 20 km, vom Rande des Seuchenherdes aus gemessen, einbegriffen.

Alle diese Unterscheidungen suchen der Tatsache gerecht zu werden, daß die Gefahr der Verschleppung eines Schädlings mit wachsender Entfernung vom Seuchenherd abnimmt. Das kommt auch sehr deutlich in den schwedischen Bestimmungen über die Bekämpfung von Nematoden an Kartoffeln vom 17. 6. 1932[6]) zum Ausdruck, nach denen die Provinzialverwaltung ein Gebiet von der mit Rücksicht auf die Umstände als erforderlich befundenen Größe für nematodenbefallen zu erklären hat. Dementsprechend sind auch die gegen die weitere Ausbreitung zu treffenden Vorkehrungen ganz verschiedene. Die Verkehrsbeschränkungen werden in der Regel um so einschneidender sein müssen, je näher das ihnen zu unterwerfende Gebiet dem Seuchenherd liegt, während Bekämpfungsmaßnahmen im allgemeinen nur für das verseuchte Gebiet angeordnet werden.

---

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **5**, 1933, 125.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1928, 72.
[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **8**, 1936, 4.
[4]) Reichsgesetzblatt 1904, 261.
[5]) Schwartz, M., Die Organisation und Durchführung der Bekämpfung des Kartoffelkäfers in Frankreich. Nachrichtenbl. f. d. deutsch. Pflanzenschutzdienst **10**, 1930, 9. [6]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **5**, 1933, 190.

In besonders gefährlichen Fällen kann das Betreten eines verseuchten Platzes untersagt werden.

Nach der schon wiederholt angeführten englischen Verordnung über den Kartoffelkäfer darf niemand anders als der Inhaber eines Stückes Land, das ein „verseuchter Platz" ist oder zu einem solchen gehört, oder seine Dienstleute oder Vertreter den verseuchten Platz ohne Genehmigung eines Inspektors betreten; der Inhaber eines solchen Stückes Land hat alle angemessenen Schritte zu tun, um den Zutritt von Unbefugten zu verhindern. Noch weiter geht die erwähnte Verordnung zur Bekämpfung der Reblaus in Deutschland; sie bestimmt, daß jeder Reblausherd einzuzäunen, sein Betreten zu verbieten und das Verbot des Betretens durch Warnungstafeln kenntlich zu machen ist. Andererseits kann der Oberleiter der Reblausbekämpfungsarbeiten, wenn es sich nicht um Blattverseuchungen handelt, Ausnahmen von dem Verbot des Betretens unter den Bedingungen einer vollständigen Reinigung der Kleidung und einer genügenden Entseuchung des Schuhwerkes und der Gerätschaften zulassen.

Daß von verseuchten Plätzen, deren Betreten verboten bzw. nur bestimmten Personen gestattet ist, nichts fortgeschafft werden darf, erscheint naheliegend. In beiden Verordnungen wird noch ausdrücklich darauf hingewiesen.

Die englische Verordnung bestimmt, daß niemand ohne Genehmigung eines Inspektors Kartoffelpflanzen, -stengel oder -knollen oder Tomatenpflanzen oder Tomaten von einem verseuchten Platz wegschaffen oder ihre Wegschaffung veranlassen oder erlauben darf und daß der Inhaber jedes Stückes Land innerhalb eines verseuchten Platzes alle angemessenen Schritte zu tun hat, um eine Wegschaffung zu verhindern. Nach der Verordnung für die Bekämpfung der Reblaus in Deutschland dürfen aus Reblausherden Reben und Rebteile, andere Pflanzen oder Pflanzenteile, Rebbänder, Dünger, Kompost und Bodenbestandteile nicht entfernt werden. Dagegen darf die Entfernung von Weinbaugeräten und Rebpfählen unter der Bedingung einer genügenden Entseuchung gestattet werden.

Kann auf ein Verbot, den verseuchten Platz zu betreten, verzichtet werden, wie es in der Mehrzahl der Fälle zutrifft, so bilden Beschränkungen der eben geschilderten Art den wesentlichsten Inhalt der meisten Absperrvorschriften im engeren Sinne. Auch dann kann es untersagt werden, irgend etwas von dem verseuchten Platz zu entfernen.

Nach § 2 der dänischen Bekanntmachung über die Bekämpfung des Kartoffelnematoden vom 5. 11. 1931 [1]) ist es verboten, aus den verseuchten Gärten Pflanzen oder Pflanzenteile mit anhaftender Erde fortzuschaffen, desgleichen Obstbäume, andere Bäume, Büsche, Stauden, Wurzel-, Zwiebel- oder Knollengemüse, ebenso Gewächse zum Umpflanzen und Topfgewächse usw. Ferner ist es verboten, Abfälle und Kompost sowie auch Dünger wegzuschaffen.

Häufig wird aber auch auf ein solches allgemeines Verbot, irgend etwas von verseuchten Flächen zu entfernen, verzichtet und lediglich die auf diesen gemachte Ernte gewissen Beschränkungen unterworfen.

Nach der preußischen Polizeiverordnung zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses vom 27. 8. 1924 [2]) dürfen auf einem verseuchten Feld geerntete Kartoffeln nicht als Pflanzkartoffeln verwendet und nur in gekochtem oder gedämpftem Zustand verfüttert werden. Ganz ähnlich ist nach der thüringischen Verordnung zur Bekämpfung des Kartoffelnematoden vom 22. 9. 1930 [3]) mit Kartoffeln zu verfahren, die auf nematodenverseuchten oder -gefährdeten Grundstücken geerntet sind.

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **4**, 1932, 94.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **1**, 1924, 9.
[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **3**, 1931, 78.

Wird wie im letzteren Falle die Ernte von verseuchten und gefährdeten Flächen den gleichen Verwendungsbeschränkungen unterworfen, so wird das meist auch für alle weiteren Beschränkungen zutreffen.

Nach der erwähnten Verordnung zur Bekämpfung der Reblaus in Deutschland ist für verseuchte Gemeinden im Weinbaugebiet die Ausfuhr von Reben, Rebteilen, natürlichem Dünger, Kompost und Bodenbestandteilen verboten. Die thüringische Verordnung verbietet die Ausfuhr von Kartoffeln aus Gemeinden, in denen der Kartoffelnematode festgestellt ist. Frankreich hat die Versendung oder das Herausbringen von Kartoffeln oder anderen Pflanzen, die vom Kartoffelkäfer befallen werden, aus den Seuchengebieten und den Schutzzonen verboten.

Es kann aber auch ein Unterschied zwischen den Beschränkungen gemacht werden, denen verseuchte und nichtverseuchte Flächen unterworfen werden, auch wenn diese zu einem Befallsbezirk in dem oben angedeuteten Sinne zusammengefaßt werden.

Nach der deutschen Verordnung vom 26. 4. 1939[1]) dürfen in einem Betrieb, der außer krebsverseuchten auch nicht verseuchte Grundstücke umfaßt, die auf letzteren geernteten Kartoffeln mit Genehmigung des Pflanzenschutzamtes aus dem verseuchten Gebiet weitergegeben, demnach auch als Pflanzgut verwendet werden, während diese Verwendung für die Ernte von verseuchten Grundstücken natürlich ausgeschlossen ist. Nach der Verordnung des polnischen Landwirtschaftsministers über die Bekämpfung des Kartoffelkrebses vom 9. 2. 1928[2]) können in Einzelfällen aus Befallsgebieten Kartoffeln, die aus nichtverseuchten oder bedrohten Grundstücken stammen, unter bestimmten Voraussetzungen herausgebracht werden.

Andererseits können die in dieser Verordnung angedeuteten Ausnahmemöglichkeiten auch für verseuchte und nichtverseuchte Flächen in gleicher Weise zugelassen werden.

Nach § 6 der schwedischen Bestimmungen über die Bekämpfung von Nematoden an Kartoffeln vom 17. 6. 1932[3]) dürfen andere Wurzelfrüchte als Kartoffeln sowie Lauch u. dgl., die auf einem für nematodenbefallen erklärten Gebiet geerntet worden sind, aus dem Gebiet ausgeführt werden, wenn sie vorher durch Abwaschen in Wasser von anhaftender Erde befreit worden sind, wobei darauf zu achten ist, daß das Wasser nicht auf bebauter oder anbaufähiger Erde oder auf Kompost außerhalb des Gebietes ausgegossen wird.

Schließlich kann auch der Versand von Pflanzen und Pflanzenteilen ganz allgemein ohne Rücksicht auf bestimmte Seuchenherde untersagt bzw. von bestimmten Voraussetzungen abhängig gemacht werden.

Nach dem deutschen Gesetz betr. die Bekämpfung der Reblaus vom 6. 7. 1904[4]) ist es verboten, bewurzelte Reben oder Blindreben über die Grenzen eines Weinbaubezirks zu versenden, ein- oder auszuführen. Ausnahmen können für Blindreben und im Verkehr zwischen benachbarten Weinbaubezirken zugunsten einer Person, welche in beiden Bezirken Rebpflanzungen besitzt, auch für Wurzelreben zug elassen werden. Nach Artikel 5 des italienischen Gesetzes über den Schutz der Kulturpflanzen gegen Krankheiten und Feinde vom 3. 1. 1929[5]) dürfen Pflanzen, Pflanzenteile und Samen, die als Saatgut bestimmt sind, im Bereich der Republik nur versandt werden, wenn sie aus Pflanzschulen, Gärtnereibetrieben, Anlagen für Auslese

[1]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **11**, 1939, 66.
[2]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1928, 77.
[3]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **5**, 1933, 19.
[4]) Reichsgesetzblatt 1904, 261.
[5]) Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen **2**, 1929, 176.

und Zubereitung von Saatgut oder Pflanzen- und Samenhandlungen stammen, denen eine besondere Genehmigung erteilt ist. Ähnliche Beschränkungen bestehen in verschiedenen anderen Ländern.

Die Verhütung der Verschleppung von Schädlingen aus verseuchten Gebieten in noch nicht verseuchte kann also durch Vorschriften der verschiedensten Art angestrebt werden. Welche Form im einzelnen Fall zu wählen ist, muß sich nach den Besonderheiten des Schädlings und den durch diese bedingten Möglichkeiten seiner Verschleppung richten, es sei denn, daß allgemeine Versandverbote oder -beschränkungen der erwähnten Art erlassen werden. Die überragende Bedeutung biologischer Gesichtspunkte für die Einführung von Quarantänevorschriften wird hier demnach erneut offenbar.

Versandbeschränkungen allein reichen aber, wie betont worden ist, nicht aus. Vielmehr müssen gleichzeitig Anordnungen erlassen werden, die eine nachdrückliche Bekämpfung des Schädlings mit dem Ziele seiner Ausrottung gewährleisten. Letztere wird freilich in vielen Fällen sich als unmöglich erweisen, so daß man sich damit begnügen müssen wird, durch entsprechende Maßnahmen die Verseuchung auf dem geringsten zu erreichenden Grad zu halten. Wie das im einzelnen zu geschehen hat, ob durch Entseuchungsmaßnahmen, durch Anbauverbote oder -beschränkungen in Form einer vorgeschriebenen Fruchtfolge oder durch andere Vorkehrungen, ist an anderen Stellen dieses Handbuches ausführlich erörtert.

(Abgeschlossen März 1951)

Sachverzeichnis

Abbau, Begriffsbegrenzung 37
— der Kartoffel in Rußland 43
— — Bekämpfung durch Standortberücksichtigung 54
— — und Düngung 89
Abbaulagen der Kartoffel 43
Abbrennen zur Bodenentseuchung 159
abnorme Prädisposition 28, 38
Absperrmaßnahmen 374—417
Abwehrdienst durch Einfuhrkontrolle 25
Acanthopsyche junodi, Bodenentseuchung mit Kaliumchlorid 201
Acanthostigma parasiticum und örtliche Lage 59
Acidia heraclei, Bodenentseuchung mit Naphthalin 319
Ackerhygiene 34
Ackerschnecken, Bekämpfung durch Fruchtwechsel 109
Ackersterbe 54
Acrididae, Bekämpfung durch Überflutung 156
Acrostalagmus, Bodenentseuchung mit Pyoctannin 327
Actinomyces, Bodenentseuchung mit Kalk 203
— — Kalkstickstoff 244
— — Pentachlornitrobenzol 299
— — Sublimat 208
— — Zinkamalgam 214
— *scabies*, Antagonist von *Fusarium culmorum* 149
— — — *Phytomonas caryophylli* 150
— — Bekämpfung durch Bodendämpfung 172
— — Bodenentseuchung mit Formaldehyd 231
— — — Kalomel 212
— — — Kupfer 205
— — — Quecksilberoxyd 214
— — — Schwefel 223
— — — Sublimat 209
— — Hitzeempfindlichkeit 171
Adoretus, Bodenentseuchung mit DD 274
— — Hexamitteln 308
Adoretus, Bodenentseuchung mit Schwefel 225
— *umbrosus*, Bodenentseuchung mit Karbolineum 326
Aegeria rutilans, Bekämpfung durch Überflutung 157
Äthylmercurichlorid zur Bodenentseuchung 217
Äthylmercuriphosphat zur Bodenentseuchung 216
Agriolimax agrestis und Behaarung des Klees 117
Agriotes, Bodenentseuchung mit o-Dichlorbenzol 296
— — Kreosot 322
— — Thiocyanester 247
— Hitzeempfindlichkeit 171
— und Bodenreaktion 100
Agrotis, Bekämpfung durch Überflutung 157
— Bodenentseuchung mit Chlordane 310
— — Kupfer 206
— *nigricans*, biologische Bodenentseuchung 152
— *ochrogaster*, Bodenentseuchung mit DDT 302
— *orthogonia*, Verbreitungsprognose 389
— *segetum*, biologische Bodenentseuchung 152
— — Bodenentseuchung mit Ammoniak 202
— — — Chlorpikrin 283
— — — Kainit 199
— — — Kalk 204
— — — Naphthalin 316
— — und Stalldünger 102
— *tritici*, biologische Bodenentseuchung 152
— *ypsilon*, Bodenentseuchung mit DDT 301
— — — — Hexamitteln 309
Airplane inspection 405
Akarinose, Bekämpfung durch Entseuchung der Reben 372
Aldrin zur Bodenentseuchung 311
Aleurocanthus Woglumi, Folgen der Einschleppung 378
Alkylphosphorsäureester zur Bodenentseuchung 325
Allylisothiocyanat, Giftwerte 198
— zur Bodenentseuchung 248
Alternaria, Bekämpfung durch Beizung 354
— *solani*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 233
Ameisen, Bodenentseuchung mit Chlordane 311
— — Chlorpikrin 283

Ameisen, Bodenentseuchung mit DDT 303
— — Kerosin 325
Ameisensäure zur Bodenentseuchung 227
Ammonchlorid zur Bodenentseuchung 202
Ammoniak zur Bodenentseuchung 201
Ammonkarbonate zur Bodenentseuchung 202
Ammonrhodanid zur Bodenentseuchung 247
Ammonsulfat zur Bodenentseuchung 202
Amphicoma vulpina, Bodenentseuchung mit Fluorkieselsäure 226
— — — Natrium-Arsenit 222
— — — Natriumcyanid 238
Amphimallon majalis, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 221
— — — DDT 302
— — — Dibromäthan 288
— — — Dichloräthan 269
— *solstitialis*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 294
— *vulpina*, Bodenentseuchung mit Dichloräthyläther 276
— — — Paradichlorbenzol 294
Amphimallus, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 261
Andrena perplexa, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 244
— — — Schwefelkohlenstoff 264
Anfälligkeit, Änderung durch Düngung 83
— Förderung durch die Kultur 2
Anguina tritici, Bekämpfung durch Warmwasserbad 370
Anisoplia austriaca, biologische Bodenentseuchung 152
Anodontonys tetricus, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
Anomala horticola, Bodenentseuchung mit Kainit 200
— *orientalis* Bodenentseuchung mit Arsentrioxyd 218
— — — Benzin 324
— — — Bleiarsenat 218
— — — Chlordane 311
— — — Chlorpikrin 283
— — — DDT 302
— — — Hexamitteln 308
— — — Kalziumcyanid 242
— — — Methylbromid 286
— — — Naphthalin 317
— — — Natriumcyanid 238
— — — Schwefelkohlenstoff 262
— *rufocuprea*, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 221
— — — Chlorpikrin 283
— *vetula*, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 221
Anoplognathus boisduvali, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
Ansäuerung des Bodens zur Bodenentseuchung 227
Anthonomus grandis, Folgen der Einschleppung 377
Anthracenöl zur Bodenentseuchung 322
Anuraphis persicae niger, Bodenentseuchung mit Dichloräthan 270
— — — — — Kalziumcyanid 242
— — — — — Paradichlorbenzol 292
Anurogryllus, Bodenentseuchung mit Benzin 324
Anzeigepflicht 412
Apfelklima 47
Apfelschorf, Schaden in den Vereinigten Staaten 23
Aphanomyces, Bekämpfung durch Überflutung 155
— *laevis*, Bekämpfung durch Beizung 351
— — Bodenentseuchung mit Kupfer 205
— *raphani*, Bodententseuchung mit Äthylmercurichlorid 217
— — — Formaldehyd 232
— — — Kalkstickstoff 245
— — — Kupfer 206
Aphis fabae und Saatzeit 134
— *rumicis*, Bekämpfung durch späte Aussaat 127
Aphodius howitti, Bodenentseuchung mit DDT 302
Aphodius pardalis, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 263
Aphtona euphorbiae und Saatzeit 133
Aplanobacter michiganense, Ausschluß kranker Felder von der Saatgewinnung 126
Aradus cinnamoneus, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 291
Argyroploce antiquana, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 259
Armadillidium speyeri, Bodenentseuchung mit Karbolsäure 313
— — — Kresol 314
— — — Naphthalin 316
Armillaria mellea, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — — Formaldehyd 233
— — — Schwefel 224
— — — Schwefelkohlenstoff 256
Arsenate zur Bodenentseuchung 219
Arsenite zur Bodenentseuchung 222
Arsenmittel, Wirkungsbreite 330
Arsentrioxyd zur Bodenentseuchung 218
Arsenverbindungen zur Bodenentseuchung 217
Ascaridol zur Bodenentseuchung 327
Ascochyta pisi, Bekämpfung durch Beizung 353
— — und Standweite 141
Aserica castanea, Bodenentseuchung mit Naphthalin 317

Aserica castanea, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 262
Aspergillus, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 307
Aspidiotus perniciosus, Prognose über Einschleppung 389
Atomaria linearis, Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 247
— — — Kalziumcyanid 244
— — — Naphthalin 318
Atta, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 264
Attaameisen, Bodenentseuchung mit Arsentrioxyd 218
Aufspringen der Tomaten, Verhütung durch Düngung 90
Auftreten von Krankheiten und Schädlingen 5
Aulacaspis pentagona, Prognose für Einschleppung 389
Aulacophora abdominalis, Bodenentseuchung mit Kresol 314
— — — Paradichlor- benzol 295
— — — Schwefelkohlenstoff 260
Ausbreitung von Schädlingen, Stufen 391
Ausfuhrverbote 395
Ausgaben für Pflanzenschutzmittel 14
Ausrottungsverfahren für Bodenentseuchung 186
Auswintern und Saattiefe 136
— und Saatzeit 132
Autoserica castanea, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 218
— — — Chlordane 311

Bacterium apatum, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 231
— *aroideae*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 231
— *carotovorum*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 231
— *lactucae*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 231
— *malvacearum*, Bekämpfung durch Beizung 355
— *michiganense*, Bodenentseuchung mit Äthylmercurichlorid 217
— — — Chlorphenolquecksilber 215
— — — Formaldehyd 231
— — — Sublimat 209
— *phytophthorum*, Verhütung durch Bodenlockerung 81
— *solanacearum*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — — DD 273
— — — Formaldehyd 231
— — — Schwefel 223
— — — Thiocyanaten 247
— *tabacum*, Bekämpfung durch Auswahl gesunder Saatpflanzen 125
— — Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 215
— — — Kupfer 205
Bacterium tabacum, Bodenentseuchung mit Zyanmerkurikresolnatrium 216
— — und Bodenreaktion 101
— *tumefaciens*, Bekämpfung durch Auswahl gesunder Saatpflanzen 125
— — — Beizung 361
Bactrocera cucurbitae, Einschleppung nach Kalifornien 405
Bariumsulfokarbonat zur Bodenentseuchung 264
Barypithes araneiformis, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 295
Baumwollkapselkäfer als Führer zum Wohlstand 378
— Erfolge seiner Bekämpfung 18
Beauveria densa gegen Engerlinge 152
— zur biologischen Bodenentseuchung 153
Bedrohter Boden 414
Befall und Schaden, Unterschied 5
Begasung von Baumschulerzeugnissen 372
Behaarung als Schutz gegen Tierfraß 117
Beizmittel 344
Beizung 335—368
— Begriffsbestimmung 334
— chemische 337—361
— durch Elektrizität 362
— — Röntgenstrahlen 362
— — Tabaksamen 356
— — ultraviolette Strahlen 362
— mit feuchter Wärme 363—368
— von Batatenknollen 359
— — Baumwollsamen 355
— — Blumenzwiebeln 359
— — Bohnen 353
— — Faserpflanzensamen 355
— — Gehölzsamen 357
— — Gemüsesamen 353
— — Getreide 349
— — Gladiolenknollen 359
— — Hanfsamen 355
— — Hopfenfechsern 360
— — Hülsenfrüchten 352
— — Kartoffeln 357
— — Knollen 368
— — Kohlsamen 353
— — Kohlstecklingen 361
— — Leinsamen 355
— — Lupinen 353
— — Mohnsamen 356
— — Obstsämlingen 361
— — Rübensamen 351
— — Serradellasamen 356
— — Sojabohnen 353
— — Stecklingen 360
— — Tabaksamen 356
— — Zierpflanzensamen 353
— — Zuckerrohrstecklingen 361
— — Zwiebeln 360
Beizverfahren 337—344
— physikalische 361

Beizwirkung, primäre 336
— Prüfung 336
— sekundäre 336
Bekämpfungskosten im Obstbau 15
— im Weinbau 14
Bekrustungsverfahren 339
Bembecia marginata, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 259
Benetzungsbeize 339
Benzin zur Bodenentseuchung 323
Benzol zur Bodenentseuchung 321
Berberitze, Ausrottung in Nordamerika 19
Besonderheiten des Lokalklimas 58
Bewässerung im Obstbau 71
— schädliche Folgen für Baumwollkulturen 71
— zur Bodenentseuchung 153—157
Bewurzelung und Düngung 93
Bibio hortulanus, Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 246
— und Stalldünger 102
— *johannis*, Bodenentseuchung mit Naphthalin 319
— — — Schwefelkohlenstoff 264
— *marci*, Bodenentseuchung mit Kainit 200
— — — Naphthalin 319
„big vein"-Virus, Ausschaltung durch Bodendämpfung 171
— — Bodenentseuchung mit DD 273
— — — — Chlorpikrin 280
Biokatalysatoren 86
biologische Bekämpfung, Erfolge 19
— — Wirkungsbreite 330
Blaniulus guttalatus, Bodenentseuchung mit E 605 forte 326
— — — — Naphthalin 316
Blasenfüße, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
Blattbräune der Reben, Verhütung durch Düngung 91
Blattläuse an Obstbäumen und Bewässerung 72
— an Pferdebohnen und Standweite 141
— und Saattiefe 138
Blattrandkäfer und Nachbarschaftswirkung 110
Blattrandkrankheit der Johannisbeeren, Verhütung durch Düngung 91
Blauer Jammer 53
Blausäurebegasung 371, 372
Blausäure, Giftwerte 198
Blausäureverbindungen zur Bodenentseuchung 235
Blauwerden der Kartoffel, Verhütung durch Düngung 89
Bleiarsenat zur Bodenentseuchung 219
Blissus leucopterus, Folgen der Einschleppung 377
Blumenfliege, Bekämpfung durch Pflügen 79
Blumenfliege und Standweite 141
Blumenzwiebelbeizung 360
Boden als Standortfaktor 50
Bodenansprüche der Pflanzen 51
Bodenaustausch zur Bodenentseuchung 157
Bodenbearbeitung 74—82
Bodenbedeckung 72
Bodenbiozönose 144
Bodenbonitierungssysteme 50
Bodendämpfung, Grundsätze für technische Durchführung 174
— Vergiftungserscheinungen 175
— Wirkung 174—176
— Wirkungsbreite 330
— zweckmäßigstes Verfahren 170
Bodendesinfektion 144
Bodendesinfizientien, Zersetzung durch Bakterien 185
Bodenentseuchung, Ausbringen der Mittel 188
— biologische Grundlagen 144—149
— Einordnung in die Ackernutzung 185
— durch Abbrennen 159
— — Ansäuerung des Bodens 227
— — Bewässerung 153—157
— — Bodenaustausch 157
— — Dämpfen 164—176
— — Elektrizität 157—158
— — Heißwasser 163
— — mechanische Maßnahmen 153 bis 157
— — Sonneneinstrahlung 158
— — trockene Hitze 158
— — Überflutung 153—157
— — Wärme 158—176
— Durchführung 188—193
— Hypothesen für bodenverbessernde Wirkung 145
— Kosten 330
— mechanische 153—157
— mit Äthylmercurichlorid 217
— — Äthylmercurijodid 217
— — Äthylmercuriphosphat 216
— — Aldrin 311
— — Alkylphosphorsäureestern 325
— — Allylisothiocyanat 248
— — Ameisensäure 227
— — Ammonchlorid 202
— — Ammoniak 201
— — Ammonkarbonaten 202
— — Ammonrhodanid 247
— — Ammonsulfat 202
— — Anthracenöl 322
— — Arsenaten 219
— — Arseniten 222
— — Arsentrioxyd 218
— — Arsenverbindungen 217
— — Ascaridol 329
— — Bariumsulfokarbonat 264
— — Benzin 323
— — Benzol 321
— — Blausäureverbindungen 235

Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 219
— — Brennöl 325
— — Bromverbindungen 284
— — Butoxy-β-thiocyanodiäthyl 247
— — chemischen Mitteln 176—333
— — 1-Chlor-3-brompropylen 289
— — Chlordane 310
— — chlorierten Chinonen 312
— — Chlornitrobenzol 298
— — Chlornitroverbindungen 277
— — Chloroform 266
— — Chlorphenolquecksilber 215
— — Chlorpikrin 277
— — Chlorverbindungen 266
— — Cyanalkalien 236
— — Cyaniden 235
— — Cyankalium 236
— — Cyannatrium 236
— — Cyanverbindungen 235
— — Cystogon 323
— — DD 271
— — DDD 304
— — DDT 300
— — Derris 328
— — Dibromäthan 286
— — Dichloräthan 267
— — Dichloräthyläther 275
— — Dichloräthylformaldehyd 277
— — o-Dichlorbenzol 296
— — Dichlorbutylen 275
— — Dichlordiphenyltrichloräthan 300
— — 2,3-Dichlornaphthochinon 312
— — 1,1-Dichlor-1-nitroäthan 284
— — 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure 297
— — 1,2-Dichlorpropan 271
— — Dichlorpropan-Dichlorpropylen 271
— — Dieldrin 312
— — Diphenyläthanen 304
— — Diphenylamin 328
— — dithiocarbaminsauren Salzen 248
— — DMDT 304
— — E 605 326
— — EDB 286
— — EDC 267
— — Essigsäure 228
— — Follidol 326
— — Forbiat 323
— — Formaldehyd 229
— — Formalin 229
— — Hexachloräthan 271
— — Hexachlorcyclohexan 304
— — Isothiocyanaten 248
— — Kainit 199
— — Kalifornischer Brühe 225
— — Kaliumbichromat 217
— — Kaliumchlorid 201
— — Kaliumchromisulfat 217
— — Kaliumcyanid 236
— — Kaliumpermanganat 217
— — Kaliumsulfat 201
— — Kaliumsulfokarbonat 264
— — Kaliumxanthogenat 266
Bodenentseuchung mit Kalk 202
— — Kalkstickstoff 244
— — Kalomel 211, 214
— — Kalziumcyanamid 244
— — Kalziumcyanid 239
— — Kalziumhypochlorit 225
— — Kalziumkarbid 327
— — Karbolineum 320
— — Karbolsäure 313
— — Kerosin 324
— — Kreosot 322
— — Kupferverbindungen 204
— — Magnesiumarsenat 222
— — Malachitgrün 327
— — Mercurichlorid 208
— — Methoxychlor 304
— — Methylbromid 284
— — 2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure 297
— — Mittelöl 322, 324
— — Naphthalin 314
— — Natriumarsenit 222
— — Natriumazid 327
— — Natriumcyanid 236
— — Natriumnitrit 326
— — Natriumselenat 326
— — Natriumsulfokarbonat 264
— — Nikotin 328
— — Nitrobenzol 298
— — Nitronaphthalin 298
— — Oktachlorkamphen 311
— — o-Oxychinolin 328
— — Paradichlorbenzol 289
— — Paraformaldehyd 234
— — Parathion 326
— — Pentachloräthan 271
— — Pentachlorbenzol 297
— — Pentachlor-nitrobenzol 299
— — Pikrinsäure 298
— — Polychlorbenzolen 297
— — Pyoctannin 327
— — Pyrethrum 329
— — Pyridin 328
— — Quecksilberchlorid 208
— — Quecksilberchlorür 211
— — Quecksilberverbindungen 206
— — Rohpetroleum 323
— — Schwefel 222
— — schwefelhaltigen Cyanverbindungen 247
— — Schwefelkalkbrühe 225
— — Schwefelkohlenstoff 249
— — Schwefelkohlenstoffemulsionen 253
— — schwefelkohlenstoffentbindenden Salzen 264
— — Schwefelkohlenstoffverbindungen 249
— — Schweinfurter Grün 222
— — schwerem Gasöl 325
— — Schweröl 322
— — Senfölen 248
— — Sublimat 208

Bodenentseuchung mit TDE 304
— — Teerdestillaten 320
— — Tetrachloräthan 270
— — Tetrachlorbenzochinon 312
— — Tetrachlorkohlenstoff 266
— — Tetramethyldiuramdisulfid 249
— — Thiocarbamaten 248
— — Thiocyanaten 247
— — Thiocyanester 247
— — TMTD 249
— — Toxaphen 311
— — Trichloräthan 270
— — Trichlorbenzol 297
— — Trichlordinitrobenzol 299
— — Trinitrophenol 298
— — Zinkamalgam 214
— — Zyanmerkurikresolnatrium 216
— physikalische 153—176
— praktische Bedeutung 329
— Verfahren 186—188
— Ziel 144
Bodenentseuchungsmittel, Adsorption am Boden 179—182
— Diffusion im Boden 180—182
— nichtflüchtige, Wirkung und Verteilung 185
— Toxizitätsbestimmungen 193—198
— Vergleich der Wirksamkeit 193—198
— Wirkungsbreite 330
Bodenerkrankungen 51
Bodenfeuchtigkeit, Maßnahmen zu ihrer Erhöhung 72
— und Insektenschäden 72
Bodengare 74
Bodenhygiene 34, 75
Bodeninjektoren 190
Bodeninsektizide, Giftwerte 198
Bodenkrankheiten 34, 51
— und Düngung 86
Bodenmüdigkeit 51, 105
— Bekämpfung mit Schwefelkohlenstoff 255
Bodenpathologie 34
Bodenphysiologie 34
Bodenreaktion und Parasiten 99
Bodenreinigung 144
Bodensorten 49
Bodentherapie 34
Bodenverbesserung 68—74
Bodenverdichtung 69
Bodenverkrustung 75
Bohnen, Beizung 352
— Brennfleckenkrankheit u. Düngung 93
Bolrot der Narzissen, Bekämpfung durch Beizung 360
Border inspection 405
Bormangel bei Reben 90
Botrytis, Bekämpfung durch elektrische Bodenerhitzung 162
— Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 216
— — Chlorpikrin 282
— — Kupfer 206
Botrytis, Bodenentseuchung mit Pentachlornitrobenzol 299
— Förderung durch Stickstoff 82
— *cinerea*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 234
— — und Schalenfestigkeit der Weinbeere 117
— *galanthina*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 234
Brachytrypes membranaceus colossea, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 241
Brachytrypes portentosus, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 258
Brandbutten, Abschöpfen 125
Brandkrankheiten des Getreides und Saattiefe 137
Brandpilze und Entwicklungsgeschwindigkeit 124
Brassicol, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
Brennfleckenkrankheit der Bohne und Düngung 94
— des Tabaks, Verhütung durch Standortberücksichtigung 59
Brennöl zur Bodenentseuchung 325
Bromverbindungen zur Bodenentseuchung 284
Bupalus piniarius und natürliches Kieferngebiet 41
Butoxy-β-thiocyanodiäthyl zur Bodenentseuchung 247
Buxus semperoireus, Bodenentseuchung mit Natriumselenat 326
Byturus tomentosus, Bodenentseuchung mit Karbolineum 320
— — — — Karbolsäure 313
— — — — Kresol 314

Calandra granaria, Bekämpfung durch Samenentseuchung 369
Calcidverfahren 373
Calciumcyanid, Giftwerte 198
Calonectria graminicola, Bodenentseuchung mit Kalomel 212
— — — Kupfer 206
— — — Malachitgrün 327
— — — Quecksilberoxyd 214
— — — Sublimat 209
Calotermes, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 244
Camptocladius byssinus, Bodenentseuchung mit Kalomel 214
Capnodis, Bodenentseuchung mit Kalziumkarbid 327
— *tenebrionis*, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 244
— — — Paradichlorbenzol 295
Carabidae, Bekämpfung durch Überflutung 156
Carpocapsa pomonella, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 259

Cassida nebulosa und Entwicklung der Rüben 56
Cecidomyia aurantiaca und sortentypischer Entwicklungsrhythmus 119
— *destructor* und Saatzeit 127, 135
— *tritici* und sortentypischer Entwicklungsrhythmus 119
Cerapteryx graminis, biologische Bodenentseuchung 152
Ceratitis capitata, Begünstigung durch Mischkultur 113
— Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 264
— Einschleppung nach Kalifornien 405
— Verbreitungsprognose 389
Ceratostomella fimbriata, Bodenentseuchung mit Dibromäthan 288
Cercospora, Bekämpfung durch Düngung 93
— *beticola*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 233
— *musae*, Ertragssteigerung durch Bekämpfung 18
Cercosporella herpotrichoides, Bekämpfung durch Abbrennen 159
— — Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 245
— *trichoides* und Fruchtfolge 108
Ceresan s. Äthylmercurichlorit
— s. Äthylmercuriphosphat
Ceutorrhynchus pleurostigma, Bodenentseuchung mit Karbolineum 320
— — Kreosot 322
— — Paradichlorbenzol 295
— *quadridens*, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 263
Chaetocnema viridula, Bodenentseuchung mit Karbolineum 320
Chareas graminis, Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 246
Cheimatobia brumata, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 259
Chemische Bodenentseuchung 176—333
— biologische Voraussetzungen für Erfolg 182
— Empfindlichkeit von Nutzpflanzen und Bodenorganismen 183—185
— Faktoren ihres erfolgreichen Einsatzes 178
Chemische Bodenentseuchungsmittel, Einteilung nach Wirkungsweise 178
Chemotherapeutischer Index 335
Chinone, chlorierte, zur Bodenentseuchung 312
Chironomidae, Bodenentseuchung mit Naphthalin 319
Chlorat, Wirkungsbreite 330
1-Chlor-3-Brompropylen zur Bodenentseuchung 289
Chlordane zur Bodenentseuchung 310
Chlorida obsoleta, Begünstigung durch Mischkultur 113
Chlornitrobenzol zur Bodenentseuchung 298
Chlornitroverbindungen zur Bodenentseuchung 277
Chloroform zur Bodenentseuchung 266
Chlorops taeniopus, Schutz durch Düngung 92
— — und Saatzeit 133, 135
— — und sortentypischer Entwicklungsrhythmus 118
— — und Standweite 142
Chlorose, Bekämpfung durch Entwässerung 70
— des Weins, Verhütung durch Düngung 90
Chlorphenolquecksilber zur Bodenentseuchung 215
Chlorpikrin, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
— Giftwerte 198
— Wirkungsbreite 330
— zur Bodenentseuchung 277
— — Wirkungsminderung 190
Chlorverbindungen zur Bodenentseuchung 266
Chortophila brassicae, Bodenentseuchung mit Ammoniak 202
— — — Ammonkarbonaten 202
— — — Arsentrioxyd 218
— — — Chlordane 311
— — — DDT 303
— — — Derris 329
— — — Dichloräthyläther 277
— — — Diphenylamin 328
— — — E 605 326
— — — Fluorokieselsäure 226
— — — Follidol 326
— — — Forbiat 323
— — — Hexachloräthan 271
— — — Hexamitteln 309
— — — Kalkstickstoff 247
— — — Kalomel 213
— — — Kalziumhypochlorit 225
— — — Karbolineum 321
— — — Karbolsäure 313
— — — Kerosin 325
— — — Kreosot 322
— — — Kresol 314
— — — Naphthalin 319
— — — Oktachlorkamphen 311
— — — Paradichlorbenzol 295
— — — Pyridin 328
— — — Schwefelkohlenstoff 264
— — — Schweröl 322
— — — Sublimat 210
— — und organische Düngung 103
— — und Saatzeit 134
— *floralis*, Bodenentseuchung mit DDT 303
— — — Schwefelkohlenstoff 264
— *fuscipes*, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 264
— *trichodactyla* und Saatzeit 133

Citrus-Krebs, Ausrottung 20
— Quarantäne 386
Citrusmelanose, Quarantäne 386
Cladochytrium graminis, Bodenentseuchung mit Kupfer 205
Cladosporium cucumerinum, Bekämpfung durch Beizung 355
— Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 216
— — Formaldehyd 233
— *fulvum*, Hitzeempfindlichkeit 171
Claviceps purpurea, Bekämpfung durch Entwässerung 73
— — — frühe Aussaat 127
— — — Saatgutreinigung 126
— — und Blühart des Weizens 117
— — und Saattiefe 138
Cleonus punctiventris, biologische Bodenentseuchung 152
— — Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 283
— — — Naphthalin 318
— — — Paradichlorbenzol 295
Clitocybe, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 233
Collaspis brunnea, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 222
— — — Fluorokieselsäure 226
Collembola, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 307
Colletotrichum, Bekämpfung durch Beizung 356
— *atromentarium*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 233
— *tabificum*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 233
Coniothyrium diplodiella, Bodenentseuchung mit Essigsäure 228
— — — Formaldehyd 234
Conotrachelus nenuphar, Bodenentseuchung mit Dibromäthan 289
— — — Dichloräthyläther 277
— — — Dichloräthylformaldehyd 277
— — — DDT 303
— — — Hexamitteln 309
— — — Paradichlorbenzol 295
— — — Parathion 326
— — — Schwefelkohlenstoff 264
Contarinia leguminicola, biologische Bodenentseuchung 152
— *pisi*, Bodenentseuchung mit Naphthalin 318
— *pyrivora*, biologische Bodenentseuchung 152
— — Bodenentseuchung mit Kainit 200
— — — Kalkstickstoff 246
— — — Kalziumcyanid 244
— — — Karbolineum 321
— — — Kreosot 322
— — — Naphthalin 319
— *torquens*, Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 246
Contarinia torquens, Bodenentseuchung mit Naphthalin 319
— — — Paradichlorbenzol 295
— *tritici*, Bodenentseuchung mit Kainit 200
— — — Kalk 204
— — — Kalkstickstoff 247
— — — Kersosin 325
— — — Natriumcyanid 238
— — — Paradichlorbenzol 295
continuous spread 387
Corticium siehe *Rhizoctonia*
— *fusiforme*, Bodenentseuchung mit Malachitgrün 327
Cotinis nitida, Bekämpfung durch Bodendämpfung 173
— — — Bleiarsenat 221
— — — Dichloräthyläther 276
— — — o-Dichlorbenzol 296
— — — Karbolineum 320
— — — Kerosin 325
— — — Natriumcyanid 238
— — — Schwefelkohlenstoff 261
— *texana*, Bodenentseuchung mit Arsentrioxyd 218
— — — Bleiarsenat 221
— — — Fluorkieselsäure 226
— — — Kalziumcyanid 243
— — — Kerosin 325
— — — Schwefelkohlenstoff 261
Crambe, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 259
Crambidae, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 220
— Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
— Bodenentseuchung mit Kerosin 325
Crambus, Bodenentseuchung mit Dichloräthyläther 276
— — Pyrethrum 329
— — Schweinfurter Grün 222
— *bonifatellus*, Bodenentseuchung mit Derris 328
— — — Natriumaluminiumfluorid 226
— *emmerellus*, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
— *hortuellus*, Bodenentseuchung mit Natriumcyanid 238
— *seychellelus*, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
— *sperryellus*, Bodenentseuchung mit Derris 328
Crop Reporting Service 7
Cuscuta, Bekämpfung durch Saatgutreinigung 126
— *racemosa* u. ökologisches Optimum 44
Cyanalkalien zur Bodenentseuchung 236
Cyanide zur Bodenentseuchung 235
— Wirkungsbreite 330
Cyankalium zur Bodenentseuchung 236
Cyannatrium zur Bodenentseuchung 236
Cyanverbindungen zur Bodenentseuchung 235

Cyanverbindungen, schwefelhaltige, zur Bodenentseuchung 244
Cyclocephala borealis, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 221
— — — Chlordane 311
Cydia molesta, Begünstigung durch Mischkultur 113
Cylindrocarpon, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 282
— — Formaldehyd 234
Cylindrocladium, Bodenentseuchung mit Kupfer 206
— *scoparium*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 233
Cylindrojulus londinensis coeruleocinctus, Bodenentseuchung mit Naphthalin 316
— *teutonica*, Bodenentseuchung mit E 605 forte 326
Cystogon zur Bodenentseuchung 323

Dactyella ellipsosporum zur biologischen Bodenentseuchung 152
Dactylosphaera, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 258
— *vastatrix*, Bodenentseuchung mit Alkylphosphorsäureestern 326
— — — Ammoniak 201
— — — Ammonsulfat 202
— — — Elektrizität157
— — — Hexamitteln 308
— — — Kalziumcyanid 242
— — — Kalziumkarbid 327
— — — Karbolineum 320
— — — Kresol 314
— — — Natriumcyanid 237
— — — Paradichlorbenzol 292
— — — Sulfokarbonaten 265
— — — Tetrachloräthan 270
— — — Tetrachlorkohlenstoff 266
— — — Trinitrophenol 298
— — — Überflutung 156
Dactylosphana, Bekämpfung durch Überflutung 154
Dacus oleae 13
Dämpfeinrichtungen 165—170
Dämpfen zur Bodenentseuchung 164 bis 176
Dämpffässer 169
Dämpfkästen 170
Dämpfung bewegter Erdmengen 169 bis 170
— unbewegter Erdmengen 166—169
— Kosten 332
Dasyneura arabis, Bodenentseuchung mit Naphthalin 319
— *mali*, Bodenentseuchung mit Naphthalin 319
— *pyri*, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 244
— — — Rohpetroleum 323
Dasyneura viciae, Bodenentseuchung mit Kainit 200
DD zur Bodenentseuchung 271
DDD zur Bodenentseuchung 304
DD-Gemisch, Wirkungsbreite 330
DD-Mischung, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
DDT, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
— zur Bodenentseuchung 300
Decilaus citriperda, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 296
Dendrolis pini und natürliches Kieferngebiet 41
Derris zur Bodenentseuchung 328
Desinfektion 185
Diabrotica duodecimpunctata, Bodenentseuchung mit DDT 303
— — — Hexamitteln 309
— *longicornis*, Bodenentseuchung mit DDT 303
— — — Hexamitteln 309
— *undecimpunctata*, Bodenentseuchung mit Chlordane 311
— — — DDT 303
— — — Hexamitteln 309
— — — Oktachlorkampfen 311
— — — Parathion 326
— *virgifera*, Bodenentseuchung mit DDT 303
— — — Hexamitteln 309
— *vittata*, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 309
Diaprepes spengleri, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 295
— *vittatus*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 295
Diaspis pentagona, biologische Bekämpfung 19
Diatraea saccharalis, Bekämpfung durch Überflutung 157
— — Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
Dibromäthan, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
— Wirkungsbreite 330
— zur Bodenentseuchung 286
Dichloräthan, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
— zur Bodenentseuchung 267
β-Dichloräthyläther, Giftwerte 198
Dichloräthyläther zur Bodenentseuchung 275
Dichloräthylformaldehyd zur Bodenentseuchung 277
p-Dichlorbenzol, Giftwerte 198
o-Dichlorbenzol zur Bodenentseuchung 296
Dichlordiphenyltrichloräthan zur Bodenentseuchung 300
2,3-Dichlornaphthochinon zur Bodenentseuchung 312
1,1-Dichlor-1-nitroäthan zur Bodenentseuchung 284

2,4-Dichlorphenoxyessigsäure, Wirkungsbreite 330
— zur Bodenentseuchung 297
Dichlorpropan-Dichlorpropylen zur Bodenentseuchung 271
1,2-Dichlorpropan zur Bodenentseuchung 271
Didymella lycopersici, Bodenentseuchung mit Äthylmercurichlorid 217
— — — Äthylmercuriphosphat 216
— — — Chlorphenolquecksilber 216
— — — Formaldehyd 232, 233
— — — Kresol 312
— — — Malachitgrün 327
— — — Sublimat 209
— und Saattiefe 138
Dieldrin zur Bodenentseuchung 312
Diphenyläthane zur Bodenentseuchung 304
Diphenylamin zur Bodenentseuchung 328
Diplois mori, Bodenentseuchung mit Kalomel 213, 214
discontinuous spread 386
dithiocarbaminsaure Salze zur Bodenentseuchung 248
Ditylenchus dipsaci, Bodenentseuchung mit Ammoniak 201
— — — Chlorpikrin 282
— — — DDT 301
— — — Kalziumcyanid 241
— — — Methylbromid 285
— — — Natriumcyanid 237
— — — Schwefel 225
— Hitzeempfindlichkeit 171
— zur Bestimmung der Dichte von Injektionsstellen 189
DMDT zur Bodenentseuchung 304
Dörrfleckenkrankheit 51
— und Klima 46
— Verhütung durch Düngung 87
Dorylus orientalis, Bodenentseuchung mit Benzin 324
— — — Paradichlorbenzol 296
Dosis curativa 335
Dosis toxica 335
Dothidella ulei 12
Dränageverfahren zur Bodendämpfung 169
Drahtwürmer 109
— Bekämpfung durch Bodenentfeuchtung 73
— Bekämpfungsversuche 196
— Bodenentseuchung mit Aldrin 312
— — Benzin 324
— — Benzol 321
— — Essigsäure 228
— — Fluorokieselsäure 226
— — Formaldehyd 234
— — Kalziumcyanid 243
— — Karbolsäure 313
— — Kerosin 325
Drahtwürmer, Bodenentseuchung mit Kresol 314
— — Natriumcyanid 238
— — Rohpetroleum 323
— — Tetrachloräthan 270
— und Saattiefe 137
Drahtwurmfraß, Schutz durch Düngung 93
Drillverfahren zur Bodenentseuchung 187, 191
Dünger, organische, und tierische Parasiten 102
— organische, und parasitäre Erkrankungen 102
Düngung 82—104
— und Änderung der Anfälligkeit 88
Durchfuhr, Überwachung 408—410
Dynastinae, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 261

E 605 zur Bodenentseuchung 326
echte Seuchen 40
EDB zur Bodenentseuchung 286
EDC zur Bodenentseuchung 267
Edelmist statt Stalldung 102
Eggenverfahren zur Bodendämpfung 167
Einbürgerung eines Schädlings, Abschätzung ihrer Folgen 383
— von Schädlingen 391
Einfuhr, bedingte 398—408
— Vorkehrungen für bedingte 400—406
Einfuhrsendungen, Behandlung 407
Einfuhrverbote, Ablehnung 395
— allgemeine 394
— bedingungslose 392—398
— Erfordernisse für bedingungslose 393
— kritische Wertung 395
Einfuhrzulassung, Bedingungen 399
Einlaßstellen 404
— Aufgaben 406
Einschleppung von Schädlingen 3, 391
Einzelschadenschätzungen 11
Eisenfleckigkeit der Kartoffel, Verhütung durch Düngung 89
Elateridae, Bekämpfung durch Überflutung 154, 156
— Bodenentseuchung mit Allylisothiocyanat 248
— — Ammonsulfat 202
— — Bleiarsenat 221
— — Chlordane 311
— — Chlorpikrin 283
— — DD 275
— — DDT 302
— — Dibromäthan 289
— — Dichloräthyläther 276
— — 1,1-Dichlor-1-nitroäthan 284
— — E 605 326
— — Hexamitteln 309
— — Kainit 200
— — Kalk 203
— — Kalkstickstoff 246

Elateridae, Bodenentseuchung mit Oktachlorkamphen 311
— — Paradichlorbenzol 295
— — Schwefelkohlenstoff 260
— — Sulfokarbonaten 265
— — Tetrachlorkohlenstoff 266
Elateridenlarven, Bekämpfung durch Elektrizität 157
Elektrische Geräte zur Bodenentseuchung 161
Elektrizität zur Bodenentseuchung 157, 158
Elektrodenentseucher zur Bodenentseuchung 161
Elementenentseucher zur Bodenentseuchung 162
Engerlinge, biologische Bodenentseuchung 150
— Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 262
Entomophthora anisopliae zur biologischen Bodenentseuchung 151, 152
Entseuchung 368—375
— an den Einlaßstellen 407
— Begriffsbestimmung 334
— von Knollen 371
— — Kompost und Topferde 192
— — Pflanzgut 372
— — Samen 369
— — Stecklingen 372
— — Zwiebeln 371
Entwässerung zur Frostverhütung 61
— gegen Schädlingsauftreten 73
Entwicklungsrhythmus, Beeinflussung durch Düngung 88
— und Resistenz 117
Epitrix cucumerinus, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 295
— *hirtipennis*, Bodenentseuchung mit Brennöl 325
— — — dithiocarbaminsauren Salzen 249
Epochra canadensis, Bodenentseuchung mit Natriumcyanid 238
Erbsen, Beizung 352
Erbsenwickler und Saatzeit 133
— — Sortenhabitus 116
— — sortentypischer Entwicklungsrhythmus 119
Erdflöhe, Bekämpfung durch dichte Rübensaat 141
— — Düngung 93
— und Saatzeit 134
Erdraupen, Bodenentseuchung mit Naphthalin 316
Erfolge des Pflanzenschutzes 15—20
Eriosoma lanigerum, Bodenentseuchung mit Alkylphosphorsäureestern 326
— — — Chlornitrobenzol 298
— — — Dichloräthyläther 276
— — — Hexamitteln 308
— — — Kalkstickstoff 247
— — — Kalziumcyanid 242
Eriosoma lanigerum, Bodenentseuchung mit Kalziumkarbid 327
— — — Kerosin 324
— — — Kreosot 322
— — — Natriumcyanid 237
— — — Paradichlorbenzol 291
— — — Schwefelkohlenstoff 258
— — — Sulfokarbonaten 265
— *pyricola*, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
— — — Karbolineum 320
— — — Kerosin 324
— — — Paradichlorbenzol 291
Ermittlung der Schadenswerte 4—9
Ernte, normale 6, 7
— unbeschädigte 6
Ernteausfall, Blattrollkrankheit 11
Erntebeschränkungen auf verseuchten und gefährdeten Plätzen 415
Ernteschädenversicherung 23—24
Ernteversicherung in den Vereinigten Staaten 24
Ertragsschädigung i.Deutschen Reich 10
Ertragsverluste, Berechnung 7
Erysiphe graminis, Nachbarwirkung 111
— — und Bodenreaktion 100
— — — Standweite 141
Essigsäure zur Bodenentseuchung 228
Eumerus strigatus, Bekämpfung durch Warmwasserbad 371
— Bodenentseuchung mit Sublimat 211
Eusymbiontische Parasiten 91
Euxoa radians, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
— *segetum*, Bodenentseuchung mit Natriumcyanid 238
Euzophera semifuneralis, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
Extinktivverfahren für Bodenentseuchung 186

Feigenfruchtfäulen und Klima 48
Fichtenanbau, Beschränkung auf Nadelwaldzone 41
— Gefährdung außerhalb natürlichen Verbreitungsgebietes 47
Fichtensterben 49
Filtereffekt 115
Flachsmüdigkeit, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 282
Flissigkeit, Verhütung durch Bodenbearbeitung 76
Flugbrand und sortentypischer Entwicklungsrhythmus 118
Flugverkehr, Überwachung 405
Flugzeugbekämpfung, Kosten 14
Follidol zur Bodenentseuchung 326
Fomes lignosus, Bodenentseuchung mit Kaliumchromisulfat 217
— — — Natrium-Arsenit 222
Forbiat zur Bodenentseuchung 323
forficula auricularia, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242

Forleule, Massenvermehrung 38
Formaldehyd, Giftwerte 198
— zur Bodenentseuchung 229
Formalin als Beizmittel 345
— Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
— -Dampfbehandlung zur Bodenentseuchung 166
— Wirkungsbreite 330
— zur Bodenentseuchung 229
Formicidae, Bodenentseuchung mit Ammonsulfat 202
Formol als Beizmittel 345
forstliches Artgesetz 44
Frankliniella davisii, Bodenentseuchung mit Kreosot 322
— *vaccinii*, Bodenentseuchung mit Dichloräthan 270
— — — Kerosin 324
Fritfliege, Begünstigung durch Bodenbearbeitung 81
— Bekämpfung durch Schälen 78
— und Sortenhabitus 116
Frosteinzugsgebiet 62
Frostgefahr, Bekämpfung durch flache Saat 136
— maßgebende Bedingungen 61
Frostheizen 66
Frostlöcher 58
Frosträuchern 65
Frostresistenz und Düngung 87
Frostschaden an Obstbäumen und Bodenbearbeitung 81
Frostschäden und Sortenhabitus 116
— Verhütung durch Sortenwahl 121
Frostschutz durch Bedeckung 64
— — künstlichen Nebel 64
— — Rauch 64
— — Überfluten 64
— künstlicher 63—67
Fruchtfolge gegen parasitäre Erkrankungen 106
Fruchtwechsel 105—113
Fusariose, Bodenentseuchung mit Natriumselenat 327
— von Kartoffeln auf Bewässerungsboden 71
Fusarium an Getreide und Blühart 117
— — — und Düngung 95
— — — Verhütung durch Bodenlockerung 81
— — — — — Stickstoff 91
— Bekämpfung durch Beizung 355
— Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 216
— — DD 273
— — Dichloräthan 269
— — Kalkstickstoff 245
— — Kalziumhypochlorit 225
— — Kresol 312
— — Methylbromid 285
— — Paraformaldehyd 235
— — Pyoctannin 328
Fusarium, Bodenentseuchung mit Sublimat 210
Fusariumfäule der Zwiebeln, Bekämpfung durch Warmwasserbad 371
Fusarium avenaceum, Bodenentseuchung mit Kupfer 206
— *bulbigenum*, Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 216
Fusarium bulbigenum, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 234
— — *lycopersici*, Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 245
— — — Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 256
— *conglutinans*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 234
— *culmorum*, Antagonist von *Actinomyces scabies* 150
— — und Saattiefe 137
— *dianthi*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— *lini*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 234
— *lycopersici*, Hitzeempfindlichkeit 171
— *martii phaseoli*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 234
— — — — — Schwefel 224
— *nivale*, Bekämpfung durch Saatgutauslese 126
— — Bodenentseuchung mit Sublimat 209
— — und Bodenreaktion 100
— *orthoceras gladioli*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— *oxysporum callistephi*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — *cubense*, Bodenentseuchung mit Essigsäure 228
— — — — — Formaldehyd 234
— — — — — Kaliumbichromat 217
— — — — — Kupfer 206
— — — — — Natriumnitrit 326
— — — — — Sublimat 210
— — *lycopersici*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — *perniciosum*, Bodenentseuchung mit dithiocarbaminsauren Salzen 249
— — var. *cubense*, Bodenentseuchung mit Kerosin 325
— — *vasinfectum*, Bodenentseuchung mit Dibromäthan 288
— *solani*, Bodenentseuchung mit 1-Chlor-3-brompropylen 289
— — zur biologischen Bodenentseuchung 150
— — *martii*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — *phaseoli*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — — — Dibromäthan 288
— — — — dithiocarbaminsauren Salzen 249
— — — — Schwefelkohlenstoff 256

Fusarium vasinfectum zonatum, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
Fusicladium, Schäden in USA 23
— und Nachbarschaftswirkung 111
— — örtliche Lage 59
Fußkrankheit an Getreide, Bekämpfung durch tiefes Pflügen 79

Gallmücken und Erntezeit 143
Gase als Beizmittel 348
Gasöl zur Bodenentseuchung 325
Gelbrotz = *Pseudomonas hyacinthi*
Gelbstreifigkeit der Zwiebeln und Nachbarschaftswirkung 110
Gelechia gossypiella, Bekämpfung im Vakuumverfahren 370
Gelte des Hopfens, Verhütung durch Düngung 90
Gemengebau und Schädlingskalamitäten 111
Gemüsesamenbeizung 353
Geococcus, Bodenentseuchung mit Natriumcyanid 237
Geoica phaseoli, Bodenentseuchung mit Naphthalin 316
Germisan = Zyanmerkurikresolnatrium
Gerstenflugbrand, Bekämpfung durch Beizung 361, 362, 363
Gerstenhartbrand, Bekämpfung durch Beizung 349, 363
Gesamtschadenschätzungen 11
Gesetz zum Schutze der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen 25
Gesundheitszeugnisse 399
Gesundlagen der Kartoffel 43
Getreidebeizung 349
Getreidebrand, Bekämpfung durch Resistenzzüchtung 122
Getreidefliegen und Saatzeit 135
— — Stickstoffdüngung 92
Getreidemehltau, Bekämpfung durch Resistenzzüchtung 122
Getreiderost, Bekämpfung durch Resistenzzüchtung 122
— und Düngung 97
— — organischer Dünger 104
— Schäden 12
Gibberella saubinetii, Bekämpfung durch Saatgutauslese 125
— und Saatzeit 130
Gichtkörner, Abschöpfen 125
Gießverfahren zur Bodenentseuchung 187
Giftwert 335
Giftwerte von Bodeninsektiziden 198
Glasigkeit der Steckrüben, Verhütung durch Borax 90
Gloeosporium, Bekämpfung durch Beizung 356
— *lagenarium*, Bekämpfung durch Beizung 355
— *Lindemuthianum*, Bekämpfung durch Beizung 353
Gloeosporium Lindemuthianum und örtliche Lage 57, 59
— — — Standweite 141
— — — Sortenhabitus 116
— — Verhütung durch Dränung 73
Graphognatus leucoloma, Bodenentseuchung mit DDT 303
— — — Methylbromid 286
— — — Schwefelkohlenstoff 263
— *peregrinus*, Bodenentseuchung mit Methylbromid 286
— — — Schwefelkohlenstoff 263
Grapholita dorsana und Gemengebau 112
Graphops putescens, Bodenentseuchung mit Dichloräthyläther 277
— — — Schwefelkohlenstoff 260
Grasfrost 62
Graufleckigkeit der Kartoffel, Verhütung durch Kali 89
Grenzschutz 392—410
Grenzübertritt, Untersuchung bei 400
Grundwassersenkung 70
Gryllidae, Bodenentseuchung mit Ammonsulfat 202
Gryllotalpa, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 308
— — Kalziumcyanid 241
— — Natriumcyanid 237
— *africana*, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 258
— *gryllotalpa*, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 310
— — — Kalziumkarbid 327
— — — Paradichlorbenzol 291
— — — Tetrachloräthan 270
— *rulgoni*, Bodenentseuchung mit Ammoniak 201
— *vulgaris*, Bekämpfung durch Überflutung 156
Gryllotalpinae, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 257
Gummifluß an Obst, Verhütung durch Düngung 91
— und Pflanztiefe 138
Gymnogryllus humeralis, Bodenentseuchung mit Benzin 324

Habitus der Sorten und Resistenz 116
Haferbrand, gedeckter, Bekämpfung durch Beizung 349
Haferflugbrand, Bekämpfung durch Beizung 349, 362, 363
Hafernematode, Bekämpfung durch Sortenwahl 122
Hagelgefahr, Einfluß des Waldes 68
Hagelschießen 68
Heidekrankheit 69
Heidemoorkrankheit, Verhütung durch Bodenbearbeitung 76
— — Sortenwahl 121
Heißwasserbehandlung von Stecklingen 373
— — Zwiebeln 371

Heißwasserbeize 364
Heißwasser zur Bodenentseuchung 163
Heliothis obsoleta und Lieschenschluß des Mais 117
Helminthosporium gramineum, Bekämpfung durch Resistenzzüchtung 122
— — und Saatzeit 136
— — — Stickstoffdüngung 92
— — Verhütung durch Saatgutauslese 124
— *papaveris*, Bekämpfung durch Beizung 356
— — und Standweite 142
— *sativum* und Bodenreaktion 100
Hemileia, Bekämpfung durch widerstandsfähige Sorten 18
— *vastatrix* 12
— — Bekämpfung durch Resistenzzüchtung 122
Hepialus lupulinus, Bodenentseuchung mit Naphthalin 316
Herkunftswert 43, 127
Herz- und Trockenfäule, Verhütung durch Bodenbearbeitung 80
— — — — — Düngung 89
Heterodera, Bodenentseuchung mit Kaliumsulfat 201
— *marioni*, Bekämpfung durch Bodendämpfung 172
— — — Bodenerhitzung 161
— — — Heißwasserbehandlung des Bodens 164
— — — Sonneneinstrahlung 158
— — — Überflutung 155
— — biologische Bodenentseuchung 152, 153
— — Bodenentseuchung mit Äthylmercurijodid 217
— — — Ammonsulfat 202
— — — Chlordane 310
— — — Chlorpikrin 182, 282
— — — DD 274
— — — Dibromäthan 288
— — — Dichloräthan 269
— — — E 605, 326
— — — Formaldehyd 234, 235
— — — Hexamitteln 307
— — — Kaliumxanthogenat 266
— — — Kalk 203
— — — Kalkstickstoff 245
— — — Kalziumcyanid 241
— — — Methylbromid 183, 285
— — — Natriumcyanid 237
— — — Natriumnitrit 327
— — — Paradichlorbenzol 291
— — — Parathion 326
— — — Schwefelkohlenstoff 256
— — — Tetrachloräthan 270
— — — Trichloräthan 270
— — Hitzeempfindlichkeit 171
— *rostochiensis*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 282
Heterodera rostochiensis, Bodenentseuchung mit Cystogon 323
— — — DD 274, 275
— — — Dibromäthan 288
— — — Kalziumcyanid 241
— — — Methylbromid 285
— — — monochloressigsauren Salzen 277
— — — Parathion 326
— — — Schwefelkohlenstoff 257
— — und Fruchtfolge 107, 108
— *schachtii*, Bekämpfung durch Elektrizität 157
— — — flaches Pflügen 77
— — — Heißwasserbehandlung des Bodens 163
— — — Überflutung 155
— — Bodenentseuchung mit Allylisothiocyanat 248
— — — Ameisensäure 227
— — — Ammoniak 201
— — — Ammonsulfat 202
— — — Chlorpikrin 282
— — — DD 274
— — — Dibromäthan 288
— — — Essigsäure 228
— — — Formaldehyd 234
— — — Kainit 199
— — — Kaliumchlorid 201
— — — Kalk 203
— — — Kalkstickstoff 245
— — — Kalziumcyanid 241
— — — Kreosot 322
— — — monochloressigsauren Salzen 277
— — — Schwefel 225
— — — Schwefelkalkbrühe 225
— — — Schwefelkohlenstoff 256
— — — Tetrachloräthan 270
— — Prüfung wirksamer Stoffe 195
— — und organischer Dünger 103
— — — Saatzeit 131
Heteronychus St. Helenae, Bodenentseuchung mit DDT 302
— — — Hexamitteln 308
Heuschreckenschäden 13
Hexachloräthan zur Bodenentseuchung 271
Hexachlorcyclohexan zur Bodenentseuchung 304
— Wirkungsbreite 330
Hexamittel, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
historisch-statistisch-klimatologische Forschungsmethode 45
Hochspannungsleitungen, Einfluß auf Gewitterregen 67
Hooghalensche Krankheit 51
— — Verhütung durch Düngung 87
Hopfengelte, Verhütung durch Düngung 90
Hopfenperonospora, Ertragssteigerung durch Bekämpfung 18

Hydroecia, Bodenentseuchung mit Dichloräthyläther 276
— *immanis*, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 222
— — — Paradichlorbenzol 293
— — — Schwefelkohlenstoff 259
— *micacea*, Bodenentseuchung mit Naphthalin 316
Hygiene, Acker- 34
— Boden- 34
— Rüben- 35
— Wald- 35
— Definition 26
— und Therapie, Unterscheidung 31
— wissenschaftliche und praktische 30
hygienische Beschaffenheit, Standort 39
— Kulturmaßnahmen, Mannigfaltigkeit 34—36
— Maßnahmen, Vorteil 36
Hylemyia antiqua, Bodenentseuchung mit DDT 303
— — — Derris 329
— — — Hexamitteln 310
— — — Kalomel 213
— — — Karbolsäure 313
— — — Kerosin 325
— — — Kreosot 322
— — — Kresol 314
— — — Naphthalin 319
— — — Quecksilber 207
— — — Schweröl 322
— — — Sublimat 211
— — — Sulfokarbonaten 266
— — — Tetrachloräthan 270
— — — Trichloräthan 270
— *brunnescens*, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 264
— *cilicrura*, Bodenentseuchung mit Benzin 324
— — — Chlordan 311
— — — Chlorpikrin 283
— — — DD 275
— — — DDT 303
— — — Hexamitteln 310
— — — Kalomel 213, 214
— — — Naphthalin 319
— — — Schwefelkohlenstoff 264
— *coarctata*, Bekämpfung durch Unterpflügen 78
— — Schutz durch Düngung 93
— — und Bodenbearbeitung 79
— — — Fruchtfolge 109
Hylurgops glabratus und ökologisches Optimum der Fichte 41
Hypochnus solani, Bekämpfung durch Beizung 359
Hypopta agavis, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
Hypopta caestrum, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
— — Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 259
Hypopia caestrum, Bodenentseuchung mit Sulfokarbonaten 265
Hypsa undulifera, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293

Icerya purchasi, biologische Bekämpfung 19
Immunsande 57
Infektionsüberempfindlichkeit gedämpfter Böden 330
Injektionsstellen, Verteilung 189
Injektionsverfahren zur Bodenentseuchung 187
Insektenschäden 11
Ips typographus und ökologisches Optimum der Fichte 41
Iscobrom, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
Isodon puncticollis, Bodenentseuchung mit Arsentrioxyd 218
Isothiocyanate zur Bodenentseuchung 248

Jassus sexnotatus und Klima 48
Jauche und Schädlingsauftreten 102
Julus, Bodenentseuchung mit Kalziumkarbid 327

Kälteinseln 58
Kälteseen 58
Kaffeekirschenkäfer, Ertragssteigerung durch Bekämpfung 18
Kaffeerost, Schäden 12
Kainit zur Bodenentseuchung 199
Kalidüngung, Steigerung der Kälteresistenz 88
Kalifornische Brühe zur Bodenentseuchung 225
Kaliumbichromat zur Bodenentseuchung 217
Kaliumchlorid zur Bodenentseuchung 201
Kaliumchromisulfat zur Bodenentseuchung 217
Kaliumcyanid zur Bodenentseuchung 236
Kaliumpermanganat zur Bodenentseuchung 217
Kaliumsulfat zur Bodenentseuchung 201
Kaliumsulfokarbonat zur Bodenentseuchung 264
Kaliumxanthogenat zur Bodenentseuchung 266
Kalk und Resistenzänderung 99
— vielartige Wirkungen 98
— zur Bodenentseuchung 202
Kalkstickstoff zur Bodenentseuchung 244
Kalomel zur Bodenentseuchung 211
Kalziumcyanamid zur Bodenentseuchung 244
Kalziumcyanid zur Bodenentseuchung 239

Kalziumhypochlorit zur Bodenentseuchung 225
Kalziumkarbid z. Bodenentseuchung 327
Kandierungsverfahren 339
Kapselwurm an Baumwolle und Saatzeit 129
— Schadenschätzung 12
Karbolineum zur Bodenentseuchung 320
Karbolsäure zur Bodenentseuchung 313
Kartoffelabbau, Bekämpfung durch Ermittlung der Gesundlagen 127
— — Pflanzgutauslese 126
— und Boden 54
— — Düngung 89
— — Klima 46
— — ökologisches Optimum 40
Kartoffelbeizung 357
Kartoffelfahrplan 54
Kartoffelkäfer, Einbürgerung in Europa 397
— Einfuhrbeschränkung in Griechenland 410
— Folgen der Einschleppung 376
— gesetzliche Bestimmungen in England 413, 414, 415
— — — Frankreich 414, 416
— Verbreitungsprognose 389
Kartoffelkäferbekämpfung in Deutschland, Gesamtkosten 15
Kartoffelkrankheiten und Bodenbearbeitung 75
Kartoffelkrebs, deutsches Ursprungs- und Gesundheitszeugnis 399
— Einfuhrbeschränkung in Griechenland 410
— gesetzliche Bestimmungen i. Deutschland 415, 416
— — — Polen 416
— Vorschrift für Untersuchungsprobe in Österreich 413
Kartoffelmotte, Bekämpfung durch Schwefelkohlenstoffbegasung 371
Kartoffeln, Einfuhrverbot in Deutschland 393
Kartoffelnematode, Bekämpfung durch Fruchtfolge 107
— gesetzliche Bestimmungen in Dänemark 415
— — Deutschland 415
— — Schweden 414, 416
Kartoffelschorf, Bekämpfung durch Beizung 358
Kartoffelschorf und Bodenreaktion 100
— — Gründüngung 104
Kartoffelvirosen, Bekämpfung durch Frühroden 143
— — negative Staudenauslese 126
— und Saatzeit 134
Kasteneggen zur Bodendämpfung 160
Kastenverfahren zur Bodendämpfung 160
Kerosin zur Bodenentseuchung 324
Kiefernkrüppelbestände 69
Kleemüdigkeit 52
klimabedingter Anbau 46
Klimaberücksichtigung 45—49
Klima, kontinentales 4
Klimasorten 49
klimatische Varietäten der Holzarten 42
Klimaverbesserung 61—68
Kohlensäure-Mineralstoffgesetz 86
Kohlhernie, Bekämpfung durch Auswahl gesunder Saatpflanzen 125
Kolloverschluß 409
Kommalaus, Behandlung verseuchter Sendungen bei Einfuhr nach Großbritannien 411
Konstitution 27
Korrespondenz der Lagen 44
Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen 13—15
Krankheit 37
Kraut- und Knollenfäule, Schäden 12
— Schaden in den Vereinigten Staaten 23
Krebs an Obstbäumen und Pflanztiefe 138
Kreislaufverfahren 369
Kreosot zur Bodenentseuchung 322
Kulturalverfahren für Bodenentseuchung 186
Kulturmaßnahmen 32—143
Künstlicher Frostschutz 63
Kupferkarbonat als Beizmittel 345
Kupfermittel, Wirkungsbreite 330
Kupferoxydul als Beizmittel 345
Kupferverbindungen zur Bodenentseuchung 204
Kupfervitriol als Beizmittel 344
Kurativverfahren für Bodenentseuchung 186
Kurznaßbeize 340

Lachnosterna, Bodenentseuchung mit Ammonsulfat 202
— — Benzin 324
— — Bleiarsenat 221
— — Dichloräthyläther 276
— — Essigsäure 228
— — Kalkstickstoff 247
— — Kalziumcyanid 242
— — Magnesiumarsenat 222
— — Natriumcyanid 238
— — Paradichlorbenzol 294
— — Schwefel 225
— — Schwefelkohlenstoff 261
— *anxia*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 283
— *hirticola*, Bodenentseuchung mit Fluorkieselsäure 226
— *smithi*, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
— — — Karbolsäure 313
— — — Kresol 314
— — — Rohpetroleum 323

Lacon variabilis, Bodenentseuchung mit Allylisothiocyanat 248
Lärchenrätsel 42
Lagerbeizwirkung 337
Lasius niger, Bodenentseuchung mit Chlordane 311
— — — DDT 303
Laspeyresia molesta, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
Lauchmotte und Gemengebau 112
Leinsamen, Beizung 355
Leitpflanzen 43
Lepidiota, Bodenentseuchung mit Natrium-Arsenit 222
— — Natriumcyanid 238
— *albohirta*, Bodenentseuchung mit Arsentrioxyd 218
— — — Benzol 321
— — — DDT 302
— — — Dichloräthan 269
— — — Dichloräthyläther 276
— — — Hexachloräthan 271
— — — Hexamitteln 308
— — — Kalziumcyanid 242
— — — Kreosot 322
— — — Kresol 314
— — — Naphthalin 317
— — — Paradichlorbenzol 293 296
— — — Schwefelkohlenstoff 260
— — — Tetrachlorkohlenstoff 266
— *caudata*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
— *consolvina*, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 308
— — — Paradichlorbenzol 293
— *frenchi*, Bodenentseuchung mit Arsentrioxyd 218
— — — Hexamitteln 308
— — — Paradichlorbenzol 293
— — — Schwefelkohlenstoff 260
— *furfuracea*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
— *rothei*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
— *stigma*, Bodenentseuchung mit Benzin 324
— — — Benzol 321
— — — Bleiarsenat 220
— — — Natriumcyanid 238
— — — Schweinfurter Grün 222
— — — Tetrachlorkohlenstoff 266
— *trichosterna*, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 308
— — — Paradichlorbenzol 293
— — — Schwefelkohlenstoff 260
Leptinotarsa decemlineata, Bekämpfung durch Abbrennen 160
— — biologische Bodenentseuchung 152
— — Bodenentseuchung mit Benzin 324
— — — Benzol 321
— — — Chlorpikrin 283
— — Kalkstickstoff 246
— — — Kalziumcyanid 243
Leptinotarsa decemlineata, Bodenentseuchung mit Kreosot 322
— — — Kresol 314
— — — Paradichlorbenzol 295
— — — Rohpetroleum 323
— — — Schwefelkohlenstoff 259
Leptops hopei, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 283
— — — Schwefelkohlenstoff 263
— — — Sulfokarbonaten 265
Leucopholis, Bodenentseuchung mit Natrium-Arsenit 222
— — Schwefelkohlenstoff 261
— *irrorata*, Bekämpfung durch Überflutung 156
— — Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
— — — Sulfokarbonaten 265
— *rorida*, Bodenentseuchung mit Benzin 324
— — — Benzol 321
— — — Bleiarsenat 220
— — — Natriumcyanid 238
— — — Schweinfurter Grün 222
— — — Tetrachlorkohlenstoff 266
Ligyrus fossator, Bekämpfung durch Überflutung 156
— *fossor*, Bekämpfung durch Überflutung 156
Limnobia ultima, Bodenentseuchung mit Nikotin 328
Lokalklima, Besonderheiten 58
Luzerneblattnager, Einschleppung in Kalifornien 405
Lymantria monacha und ökologisches Optimum der Fichte 41

Macronoctua onusta, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
Macrophylla, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 221
Magnesiumarsenat zur Bodenentseuchung 222
Maikäfer, Übervermehrung durch Trokkenlegung 74
Maisbrand, Bekämpfung durch Beizung 349
Maiszünsler, Bekämpfung durch Kulturmaßnahmen 19
— Folgen der Einschleppung 378
Malachitgrün zur Bodenentseuchung 327
Margarodes, Bodenentseuchung mit Kalziumkarbid 327
— *vitium*, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 258
Massenauslese bei der Kartoffel 125
Maulbeerschildlaus, biologische Bekämpfung 19
Mayetiola destructor, Folgen der Einschleppung 377
— — und Sortenhabitus 116
Mehltau an Getreide, Verhütung durch Dränung 73

Mehltau, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 291
Meldedienst 410
— amerikanischer 7
Meligethes aeneus, Bekämpfung durch zeitige Herbstsaat 127
— — und Nachbarschaftswirkung 110
— — — Saattiefe 138
— — — sortentypischer Entwicklungsrhythmus 119
Meliorationen 68—74
Melolontha, Bekämpfung durch Überfluten 156
— Bodenentseuchung mit Allylisothiocyanat 248
— — Benzin 324
— — Bleiarsenat 221
— — Chlorpikrin 282
— — DDT 302
— — E 605 326
— — Hexachloräthan 271
— — Kalk
— — Kalkstickstoff 246
— — Kupfer 206
— — Natriumcyanid 238
— — Paradichlorbenzol 294
— — Rohpetroleum 323
— — Schwefelkohlenstoff 261
— — Schweinfurter Grün 222
— *hippocastani*, biologische Bodenentseuchung 152
— — Bodenentseuchung mit Polychlorbenzol 297
— *melolontha*, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 308
— — — Kainit 199
— — — Naphthalin 317
— — — Sulfokarbonaten 265
Mercurichlorid zur Bodenentseuchung 208
Merodon equestris, Bekämpfung durch Warmwasserbad 371
— Bodenentseuchung mit Sublimat 211
Metagene Parasiten 91
Metaponia rubriceps, Bodenentseuchung mit Karbolineum 321
— — — Schwefelkohlenstoff 264
Metarrhizium anisopliae zur biologischen Bodenentseuchung 151, 152
Metoxychlor zur Bodenentseuchung 304
Methylbromid, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
— zur Bodenentseuchung 284
— —, Wirkungsminderung 190
2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure zur Bodenentseuchung 297
mexikanischer Baumwollkapselkäfer, Schaden 12
Mitentseuchung 186
Mittelmeerfruchtfliege, Ausrottung 20
Mittelöl zur Bodenentseuchung 322, 324
Möhrenfliege und Gemengebau 112
Monarthopaplus buxi, Bekämpfung durch Heißwasserbad 373
Monilia cinerca und örtliche Lage 58
Moniliopsis aderholdi, Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 216
— — — Chlorpikrin 281
— — — Formaldehyd 233
— — — Kupfer 206
— — — Paraformaldehyd 235
— — — Pentachlornitrobenzol 299
— — — Pyoctannin 328
— — — Zyanmerkurikresolnatrium 216
Monokultur und Schädlingsplagen 112
Mononchus papillatus zur biologischen Bodenentseuchung 153
Moore und Frostgefahr 61
Moorkoloniale Krankheit 51
— Verhütung durch Düngung 87
Mosaik, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 277
— — Methylbromid 285
— — Schwefelkohlenstoff 256
Mosaikkrankheit an Zuckerrohr, Verhütung durch Sortenwahl 121
Muldenfrost 62
Mutterkorn und Standweite 142
Mycetophilidae, Bodenentseuchung mit Dichloräthyläther 277
Mycosphaerella laricina und örtliche Lage 59
— *musicola*, Ertragssteigerung durch Bekämpfung 18
Myodina vibrans, Bodenentseuchung mit Naphthalin 319
Myriapoda, Bodenentseuchung mit Kalziumkarbid 327
— — Kupfer 206
Myzodes persicae und örtliche Lage 60

Nachbarwirkung u. Schädlingsbefall 110
Nachentseuchung 186
Naphthalin, Giftwerte 198
— zur Bodenentseuchung 314
Narzissenfliegen, Bekämpfung durch Blausäurebegasung 371
Natriumarsenit zur Bodenentseuchung 222
Natriumazid zur Bodenentseuchung 327
Natriumcyanid zur Bodenentseuchung 236
Natriumnitrit zur Bodenentseuchung 326
Natriumselenat zur Bodenentseuchung 326
Natriumsulfokarbonat zur Bodenentseuchung 264
natürliche Pflanzenbaugebiete 43
Nectria-Krebs und Klima 47
— —, Verhütung durch Dränung 73
negative Saatgutauslese 123
Nematoden, Bekämpfung durch Beizung 360

Nematoden, Bekämpfung durch Fruchtwechsel 108
— — Sonneneinstrahlung 159
— Bodenentseuchung mit Kalziumhypochlorit 225
— — Kresol 313
— — Natriumazid 327
— — Trinitrophenol 298
Nematodenwolle 189
Nematus abietinus, Prädisposition der Fichte für Befall 47
Neoplectana glaseri zur biologischen Bodenentseuchung 153
Nephrotoma maculata, Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 246
Nikotin zur Bodenentseuchung 328
Nisia atrovenosa, Bekämpfung durch Überflutung 156
Nitrobenzol zur Bodenentseuchung 298
Nitronaphthalin zur Bodenentseuchung 298
Noctuidae, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 259
Nonnenmassenvermehrung und Monokultur 111
normale Prädisposition 28, 38
Normalernteertrag 6

Obstbau, Rentabilitätsberechnung 17
Obstbaumkrankheiten, Verhütung durch richtige Pflanztiefe 138
Obstbaummüdigkeit 53
Obstbaumsterben im Alten Land 53, 70
Odontria zealandica, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 221
— — — Chlorpikrin 283
— — — DD 274
— — — Karbolineum 320
— — — Methylbromid 286
— — — Naphthalin 317
— — — Paradichlorbenzol 294
— — — Schwefelkohlenstoff 260
ökologische Anpassung 37
— Streubreite 51
ökologisches Optimum 37, 38
Ökotypen 42
Ölbeize 340
Örtliche Lage und Auftreten von Pflanzenkrankheiten 58—60
Ohiosystem zur Bodenentseuchung 161
Oidium, Schadenschätzung 12
Oidium Tuckeri, Folgen der Einschleppung 376
Oktachlorkamphen zur Bodenentseuchung 311
Olivenfliege, Schadenschätzung 13
Olpidiaster radicis, Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 215
Olpidium brassicae, Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 215
— — — Formaldehyd 231
— — — Pentachlornitrobenzol 299
Olpidium nicotianae, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 231
Omphalia, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — Dichloräthan 269
— — Formaldehyd 232
— — Schwefelkohlenstoff 256
Oniscus, Bodenentseuchung mit Kalziumkarbid 327
Ophiobolus und Saatzeit 130
— *graminis*, Bekämpfung durch Abbrennen 159
— — — Fruchtfolge 106, 109
— — Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 245
— — und Bodenbeschaffenheit 55
— — — Bodenreaktion 100
— — Verhütung durch Bodenentfeuchtung 73
— — — Fruchtwechsel 106
Organischer Dünger und Pflanzenhygiene 101
Orobanche minor und Düngung 95
orographische Mikroklimatologie 58
Orthomorpha gracilis, Bodenentseuchung mit Naphthalin 316
— — — Nikotin 328
Ortsteinbildung 51
Oryctes rhinoceros, biologische Bodenentseuchung 152
Oscinis frit, Schutz durch Stickstoffdüngung 92
— — — und sortentypischer Entwicklungsrhythmus 119
— — Verhütung durch Bodenbearbeitung 79
— — — Gemengebau 112
— — — Saatgutauslese 125
— — — Saatzeit 132
— — — Standweite 141, 142
Otiorrhynchus ligustici, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 283
— — — DDT 303
— — — Dichloräthyläther 277
— — — o-Dichlorbenzol 296
— — — Methylbromid 286
— — — Schwefelkohlenstoff 263
— — — Tetrachlorkohlenstoff 266
— *ovatus*, Bodenentseuchung mit Arsentrioxyd 218
— — — Bleiarsenat 221
— — — Natriumcyanid 238
— — — Schwefelkohlenstoff 263
— *raucus*, Bodenentseuchung mit Kainit 200
— *rugosostriatus*, Bodenentseuchung mit Naphthalin 318
— *sulcatus*, Bekämpfung durch Bodendämpfung 173
— — Bodenentseuchung mit Benzin 324
— — — Bleiarsenat 221
— — — Chlorpikrin 283

Otiorrhyuchus sulcatus, Bodenentseuchung mit Kainit 200
— — — Kalkstickstoff 246
— — — Kalziumcyanid 244
— — — Karbolsäure 313
— — — Kerosin 325
— — — Naphthalin 318
— — — Natriumcyanid 238
— — — Paradichlorbenzol 295
— — — Schwefelkohlenstoff 263
— *turca*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 295
Oxycanus, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 220
— — Schweinfurter Grün 222
o-Oxychinolin zur Bodenentseuchung 328
Oxythyrea funesta, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 261

Pachnaeus litus, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 243
— — — Paradichlorbenzol 295
Pales, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 309
Panolis flammea und natürliches Kieferngebiet 41
Paradichlorbenzol zur Bodenentseuchung 289
Paraform als Beizmittel 346
Paraformaldehyd zur Bodenentseuchung 234
Parasitäre Erkrankungen, Richtlinien zur Verhütung durch Düngung 97
Parathion zur Bodenentseuchung 326
Parationtische Parasiten 91
Paria canella, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 222
— — — Dichloräthyläther 277
— — — o-Dichlorbenzol 296
— — — Fluorkieselsäure 226
— — — Natriumcyanid 238
— — — Paradichlorbenzol 295
— — — Schwefelkohlenstoff 259
partial sterilisation 144
Pathogenie 30
P-Dichlorbenzol, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
Pectinophora gossypiella, Bekämpfung durch Überflutung 157
Pegomyia hyoscyami, Bekämpfung durch tiefes Umpflügen 77
— — Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 244
— — und Bodenbeschaffenheit 56
— — — örtliche Lage 60
— — — Saatzeit 135
— — — Stallmist 103
— — — Standweite 142
Pemphigus, Bodenentseuchung mit Tetrachloräthan 270
— — Trichloräthan 270
Pemphigus bursarius, Bodenentseuchung mit Naphthalin 316
Pennisetia marginata, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
— — — Paradichlorbenzol 293
Pentachloräthan zur Bodenentseuchung 271
Pentachlorbenzol zur Bodenentseuchung 297
Pentachlor-nitrobenzol zur Bodenentseuchung 299
Pentodon punctatus, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 294
Periodisches Auftreten von Schädlingen 3
Peronospora, Bekämpfung durch Beizung 361
— der Rebe und Standweite 141
— Schadenschätzung 12
— *arborescens* und örtliche Lage 59
— — — Standweite 141
— *hyoscyami*, Bodenentseuchung mit Kupfer 206
— *Schachtii*, Entfernung kranker Samenrüben 126
— *tabaci*, Bodenentseuchung mit dithiocarbaminsauren Salzen 248
Perrisia pyri, Bodenentseuchung mit Karbolineum 321
Perthophyten 91
Pflanzenbeschaudienst in Deutschland 403
pflanzengeographische Kennzeichnung der Sorten 43
Pflanzenhygiene 26—143
— Entstehung des Begriffs 26
Pflanzenkrankheiten und Gestaltung der Bodennutzung 21
Pflanzenmüdigkeit 52
Pflanzenquarantäne, Begriffsbegrenzung 379
— biologische Gesichtspunkte 385
— Durchführung 391
— Folgen ihrer Einführung 383
— — — Unterlassung 383
— Grundlagen 382
— wirtschaftliche Gesichtspunkte 382
Pflanzenschutz, Erfolge 15
— und Gestaltung der Bodennutzung 21
— volkswirtschaftliche Bedeutung 20 bis 23
Pflanzenschutzdienst, Anlaß zur Einrichtung 403
Pflanzenschutzmaßnahmen, Kosten 13
Pflanzenschutzmeldedienst 410
Pflanzenschutzmittelverbrauch 22
Pflanzentherapie 31
Pflanzgutbeizung 334—375
Pflanzgutentseuchung 334—375
Pflügen nach der Ernte gegen Schädlingsbefall 76
Pheletes californicus, Bodenentseuchung mit Dichloräthyläther 276
Phenol, Giftwerte 198

Phoma, Bodenentseuchung mit Kupfer 206
— *apiicola*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 233
— — Hitzeempfindlichkeit 171
— *betae*, Bekämpfung durch Beizung 351
— — Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 216
— — und Herz- und Trockenfäule 89
— *lingam*, Bekämpfung durch Beizung 353
— — Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 216
— *terrestris*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
Phyllodecta und Behaarung der Weide 117
Phyllopertha, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 261
— *horticola*, biologische Bodenentseuchung 152
— — Bodenentseuchung mit Hexamitteln 308
— — — Naphthalin 317
— — — Paradichlorbenzol 294 296
— — — Thiocyanester 247
— *nazarena*, Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 247
— — — Naphthalin 317
— — — Paradichlorbenzol 294
Phyllophaga, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 283
— — DD 274
— — DDT 302
— — Dibromäthan 288
— — Hexamitteln 308
— *hirticola*, Bodenentseuchung mit Dichloräthyläther 276
Phylloxera vastatrix, Bekämpfung durch Resistenzzüchtung 122
Phymatotrichum omnivorum, Bekämpfung durch Überflutung 155
— — Bodenentseuchung mit Formaldehyd 234
— — — Kresol 312
— — — Pentachloräthan 271
— — — Schwefel 224
— — — Tetrachloräthan 270
physiologische Varietät 42
Phytomonas caryophylli, Antagonist von *Actinomyces scabies* 150
Phytonomus variabilis, Einschleppung in Kalifornien 405
— — Folgen der Einschleppung 378
— — Verbreitungsprognose 389
Phytopathologie, Vierteilung 29
Phytopathologische Sektion des 6. Botanischen Kongresses, Entschließung 381
Phytophthora, Bekämpfung durch Beizung 358
— *cactorum*, Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 215
Phytophthora cactorum, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — — Formaldehyd 232
— *cinnamomi*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — — DD 271
— — — Dibromäthan 288
— — — Methylbromid 285
— — — Schwefelkohlenstoff 256
— *cithrophora*, Bodenentseuchung mit Methylbromid 285
— *cryptogea*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 232
— — — — Kupfer 205
— *erythroseptica*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 232
— *fragariae*, Bodenentseuchung mit dithiocarbaminsauren Salzen 248
— *infestans*, Bekämpfung durch Sonneneinstrahlung 158
— — und Düngung 94
— — — Nachbarschaftswirkung 110
— — — ökologisches Optimum 40, 114
— — — örtliche Lage 59
— — — Sortenhabitus 116
— — — sortentypischer Entwicklungsrhythmus 118
— *nicotianae*, Bodenentseuchung mit Methylbromid 285
— *parasitica*, Bodenentseuchung mit Äthylmercuriphosphat 216
— — — Kupfer 205
— *speciosa*, Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 215
— — — Formaldehyd 232
— *terrestris*, Bodenentseuchung mit Kupfer 205
Piesma quadrata und Bodenbeschaffenheit 56
Pikrinsäure zur Bodenentseuchung 298
Pillnitzer Kippkarre 170
Pilzkrankheiten, Schadenschätzung 12
Piricularia oryzae und Bodenfeuchtigkeit 72
Plant disease reporter 13
Plasmodiophora brassicae, Bekämpfung durch Beizung 361
— — Bodenentseuchung mit chlorierten Chinonen 312
— — — Chlorphenolquecksilber 215
— — — Chlorpikrin 281
— — — dithiocarbaminsauren Salzen 248
— — — Formaldehyd 231
— — — Kalk 203
— — — Kalkstickstoff 245
— — — Kalomel 212
— — — Kalziumhypochlorit 225
— — — Karbolsäure 312
— — — Kupfer 205
— — — Pentachlornitrobenzol 299
— — — Schwefel 224
— — — Schwefelkalkbrühe 225

Plasmodiophora brassicae, Bodenentseuchung mit Schwefelsäure 227
— — — Sublimat 208, 209
— — — Tetramethyldiuramdisulfid 249
— — — Trichlordinitrobenzol 299
— — — Zinkamalgam 214
— — — Zyanmerkurikresolnatrium 216
— — Hitzeempfindlichkeit 171
— — und Bodenreaktion 100
— — — Düngung 101, 103
— — — Saatzeit 131
— — Verhütung durch Bodenbearbeitung 75
— — — Kalk 99
Plasmopara cubensis, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 232
— *viticola*, Folgen der Einschleppung 376
Platyedra gossypiella, Schadenschätzung 12
Podosphaera leucotricha, Bekämpfung durch Resistenzzüchtung 122
Polia pisi, biologische Bodenentseuchung 152
Polychlorbenzole zur Bodenentseuchung 297
Polyphylla, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 294
— — Schwefelkohlenstoff 261
— *fullo*, Bodenentseuchung mit Polychlorbenzol 297
— *olivieri*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 294
Popillia japonica, Bekämpfung durch Heißwasserbehandlung des Bodens 163
— — biologische Bodenentseuchung 150, 153
— — Bodenentseuchung mit Allylisothiocyanat 248
— — — Arsentrioxyd 218
— — — Ascaridol 329
— — — Bleiarsenat 220
— — — Chlordane 310
— — — Chlornitrobenzol 298
— — — Chlorpikrin 283
— — — DDT 302
— — — Dibromäthan 288
— — — Dichloräthan 269
— — — Dichloräthyläther 276
— — — Diphenylamin 328
— — — Fluorkieselsäure 226
— — — Hexamitteln 308
— — — Kaliumxanthogenat 266
— — — Kalk 203
— — — Kalkstickstoff 247
— — — Karbolsäure 313
— — — Kerosin 325
— — — Kresol 314
— — — Methylbromid 286
— — — Naphthalin 317
Popillia japonica, Bodenentseuchung mit Natriumcyanid 238
— — — Oktachlorkamphen 311
— — — Paradichlorbenzol 293
— — — Parathion 326
— — — Schwefelkohlenstoff 262
— — — Schwefelsäure 227
— — — Schweinfurter Grün 222
— — — Sulfokarbonaten 265
Porina, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 259
positive Saatgutauslese 123
Postdesinfektion 186
Prädesinfektion 185
Prädisposition, abnorme 28
— normale 28
Prädispositionslehre als Erbe der Romantik 27
Präventivverfahren 185
Pratylenchus sp., Bodenentseuchung mit Natriumselenat 326
— *pratensis*, Bodenentseuchung mit DD 274
Prepodes vittatus, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 243
primäre Beizwirkung 336
Prionus californicus, Bodenentseuchung mit Bleiarsenat 222
— — — Dichloräthan 269
— — — Kalziumcyanid 244
— — — Paradichlorbenzol 295
— — — Tetrachloräthan 270
Prociphilus erigeronensis, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
Prophylaxis 29
Protektionsverfahren 185
Provenienz des Saatgutes 42, 44
Psammodes, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 308
— — Schwefel 225
Pseudoakarinose 255
Pseudococcus, Bodenentseuchung mit Natriumcyanid 237
— — Nikotin 328
— *brevipes*, Bodenentseuchung mit o-Dichlorbenzol 296
— — — Kalomel 213
— — — Naphthalin 316
— — — Paradichlorbenzol 291
— *citri*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 291
— *kenyae*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 291
— *lilacinus*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 291
— *vitis*, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 258
Pseudholophylla furfuracea, Bodenentseuchung mit o-Dichlorbenzol 296
— — — Paradichlorbenzol 294
— — — Schwefelkohlenstoff 263
Pseudomonas campestris, Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 215

Pseudomonas campestris, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 231
— — — Pentachlornitrobenzol 299
— *endiviae* und örtliche Lage 59
— *hyacinthi*, Bekämpfung durch Beizung 368
— *tabaci*, Bekämpfung durch Abbrennen 160
— — — Beizung 356
— — Bodenentseuchung mit Formaldehyd 231
— *tumefaciens*, Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 215
— — — Schwefel 223
— — — Schwefelkohlenstoff 256
Pseudoperonospora humuli, Bekämpfung durch Beizung 361
— Folgen der Einschleppung 377
Psila rosae, Bodenentseuchung mit Benzin 324
— — — DDT 303
— — — Derris 328
— — — Dichloräthyläther 277
— — — Fluorkieselsäure 226
— — — Hexamitteln 309
— — — Kalomel 213
— — — Karbolineum 321
— — — Kerosin 325
— — Kreosot 322
— — — Kresol 314
— — — Naphthalin 319
— — — Schweröl 322
— — — Sublimat 210
— — — Sulfokarbonaten 266
— — — Tetrachloräthan 270
— — und Saatzeit 134
— — — Stalldung 103
Psylla mali und Standweite 141
Psylliodes attennatus und Saatzeit 134
Puccinia asparagi, Bekämpfung durch Resistenzzüchtung 122
— und örtliche Lage 60
— *dispersa* und Klima 48
— — — Saatzeit 132
— *glumarum* und Düngung 95
— — — Nachbarwirkung 111
— — *hordei* und Klima 48
— *triticina* und Saatzeit 132
Pycnoscelus surinamensis, Bodenentseuchung mit Karbolsäure 313
— — — Natriumcyanid 237
Pyoctannin zur Bodenentseuchung 327
Pyrausta nubilalis, Bekämpfung durch Überflutung 157
— — und Saatzeit 135
— — — Sortenhabitus 116
— — — sortentypischer Entwicklungsrhythmus 120
— — Verhütung durch Zwischenkultur 113
Pyrenochaete terrestris, Bodenentseuchung mit 1-Chlor-3-brompropylen 289
Pyrethrum zur Bodenentseuchung 329
Pyridin zur Bodenentseuchung 328
Pythium, Bekämpfung durch elektrische Bodenerhitzung 162
— — Überflutung 155
— Bodenentseuchung mit Äthylmercurijodid 217
— — DD 273
— — dithiocarbaminsauren Salzen 248
— — Kaliumpermanganat 217
— — Methylbromid 285
— — Pyoctannin 328
— — Schwefelkohlenstoff 256
— — Schwefelsäure 227
— — Sublimat 209
— — Tetramethyldiuramdisulfid 249
— *aphanidermatum*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — — Essigsäure 228
— — — Formaldehyd 232
— *arrhenomanes*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — — Essigsäure 228
— — — Formaldehyd 232
— *debaryanum*, Bekämpfung durch Beizung 351
— — — Heißwasserbehandlung des Bodens 163
— — Bodenentseuchung mit Äthylmercuriphosphat 216
— — — chlorierten Chinonen 312
— — — Chlorphenolquecksilber 215
— — — Chlorpikrin 281
— — — Essigsäure 228
— — — Formaldehyd 232
— — — Kalomel 212
— — — Karbolsäure 312
— — — Kresol 312
— — — Kupfer 205
— — — Paraformaldehyd 235
— — — Pentachlor-nitrobenzol 299
— — — Schwefel 224
— — — Zyanmerkurikresolnatrium 216
— — Hitzeempfindlichkeit 171
— *perniciosum*, Bodenentseuchung mit Äthylmercuriphosphat 216
— *ultimum*, Bodenentseuchung mit 1-Chlor-3-brompropylen 289
— — — Chlorpikrin 281
— — — Essigsäure 228
— — — Kalomel 212

Qualitätsschäden 3
Quarantäne 374—417
— Begriffsbestimmung 374
Quarantänegebiet, Kennzeichnung 414
Quarantänemaßnahmen, Einteilung 391
Quecksilberchlorid zur Bodenentseuchung 208
Quecksilberchlorür zur Bodenentseuchung 211
Quecksilberfreie Beizmittel 348

Quecksilberhaltige Beizmittel 346
Quecksilbermittel, Wirkungsbreite 330
Quecksilberoxyd zur Bodenentseuchung 214
Quecksilberverbindungen zur Bodenentseuchung 206

„rab-Verfahren" 159
Radikalverfahren für Bodenentseuchung 186
Rationelle Pflanzenhygiene 36
Raumverschluß 409
Raupen und Düngung 96
Reben, Einfuhrverbot in Deutschland 393
Rebenmüdigkeit 52
Reblaus, Bekämpfung durch Entseuchung der Reben 372
— eine Bahnbrecherin des Fortschritts 379
— Folgen der Einschleppung 376
— gesetzliche Bestimmungen in Deutschland 401, 404, 411, 414, 415, 416
— Internationale Konvention 400
— Schaden 12
— Seuchenstelle 414
— Sicherheitsgürtel 414
— und künstliche Düngung 104
— Verhütung durch Sortenwahl 122
Reblausbekämpfung, Ertragssteigerung 18
— Geschichte 18
Reblausherd 414
Rebschädlingsbekämpfung, Kosten 14
Regenerationsfähigkeit und Düngung 93, 101
Regenwürmer, Abtötung durch Essigsäure 228
— Empfindlichkeit gegen DDT 301
— — Dibromäthan 286
— — Hexamittel 307
Reichspflanzenschutzgesetz 25
Rentabilität, Getreidebeizung 16
Rentabilität von Pflanzenschutzmaßnahmen 15
Rentabilitätsberechnung 15
Resistenzänderung, durch Kalk 99
— scheinbare, durch Düngung 94
— wirkliche, durch Düngung 96
— — und scheinbare 120
Resistenzzüchtung 114, 115
Rhabdocline pseudotsugae, Bekämpfung durch Einfuhrverbot 398
— — Folgen der Einschleppung 377
Rhabdopterus picipes, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 243
Rhagoletis cerasi, Bekämpfung durch Abbrennen 160
— — Bodenentseuchung mit Ammoniak 202
— — — Ammonsulfat 202
— — — Benzin 324
— — — E 605f 326
Rhagoletis cerasi Bodenentseuchung mit Hexachloräthan 271
— — — Kainit 200
— — — Kalk 204
— — — Kalkstickstoff 247
— — — Kalziumhypochlorit 225
— — — Karbolineum 321
— — — Kresol 314
— — — Naphthalin 319
— — — Natriumcyanid 238
— — — Paradichlorbenzol 295
— — — Pyridin 328
— — — Rohpetroleum 323
— — — Schwefelkohlenstoff 264
— — — Schwefelsäure 227
— — — Tetrachloräthan 270
— *pomonella*, Bodenentseuchung mit Naphthalin 319
— — — Kalziumcyanid 244
— — — Kerosin 325
Rhiparida morosa, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 295
Rhizoctonia, Bekämpfung durch Beizung 355
— — elektrische Bodenerhitzung 162
— — Heißwasserbehandlung des Bodens 163
— Bodenentseuchung mit Äthylmercurijodid 217
— — Chlorphenolquecksilber 216
— — dithiocarbaminsauren Salzen 249
— — Essigsäure 228
— — Kaliumbichromat 217
— — Kaliumpermanganat 217
— — Kalomel 212
— — Kalziumhypochlorit 225
— — Karbolsäure 312
— — Kresol 312
— — Kupfer 206
— — Paraformaldehyd 235
— — Quecksilberoxyd 214
— — Schwefelsäure 227
— — und Sortenhabitus 116
— *solani*, Bekämpfung durch Bodendämpfung 172
— — Bodenentseuchung mit Äthylmercuriphosphat 216
— — — chlorierten Chinonen 312
— — — Chlorpikrin 281
— — — DD 273
— — — Dibromäthan 288
— — — Hexamitteln 307
— — — Kalkstickstoff 244
— — — Pentachlor-nitrobenzol 299
— — — Pyoctannin 328
— — — Schwefel 224
— — — Sublimat 209
— — — Tetramethyldiuramdisulfid 249
— — Förderung durch Sauerstoffzufuhr 77
— — Hitzeempfindlichkeit 171
— — und Bodenreaktion 100
— — — Saattiefe 138

Rhizoctonia solani, Förderung durch Saatzeit 131
— — Verhütung durch Bodenlockerung 81
— *tuliparum*, Bekämpfung durch Beizung 360
— *violacea*, Bekämpfung durch Fruchtwechsel 109
— — Bodenentseuchung mit Formaldehyd 233
— — — Schwefelkohlenstoff 256
— — — Zyanmerkurikresolnatrium 216
— — und Bodenreaktion 100
— — Verhütung durch Bodenentfeuchtung 73
Rhizoecus, Bodenentseuchung mit Natriumcyanid 237
— *terrestris*, Bodenentseuchung mit Chloroform 266
— — — Nikotin 328
— — — Pyridin 328
— — — Sulfokarbonaten 265
— — — Tetrachloräthan 270
Rhizoglyphus hyacinthi, Bekämpfung durch Warmwasserbad 371
Rhizopus, Bekämpfung durch Beizung 355
— Bodenentseuchung mit Hexamitteln 307
Rhizotrogus, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 261
— *pallens*, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 242
Rhyacia pronuba, biologische Bodenentseuchung 152
Rhynchites auratus, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 263
— *bicolor wickhami*, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 264
— *ferganensis*, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 263
Rhytododeres plicatus, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 283
— — — Schwefelkohlenstoff 263
Ripersia, Bodenentseuchung mit Tetrachloräthan 270
— — Trichloräthan 270
Rodentia, Bodenentseuchung mit Methylbromid 286
Röhrenverfahren zur Bodenentseuchung 168
Roggenstengelbrand, Bekämpfung durch Beizung 349, 363
Rohpetroleum zur Bodenentseuchung 323
Rosellinia accinata, Bodenentseuchung mit Schwefel 224
— *bunodes*, Bodenentseuchung mit Schwefel 224
— *necatrix*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — — Schwefelkohlenstoff 256
— — und organischer Dünger 102
Rost an Getreide, Bekämpfung durch Bodenbearbeitung 76
— — und Düngung 83, 85, 94
— — — Standweite 140
— — Verhütung durch Dränung 73
— und Resistenzzüchtung 121
Rostverfahren zur Bodendämpfung 168
roter Kapselwurm, Bekämpfung durch Samenentseuchung 370
— Schadenschätzung 12
Rotfäule, Prädisposition der Fichte für Befall 47
Rübenaaskäfer, Bekämpfung durch Hakken 81
— und Bodenbeschaffenheit 56
— — Saatzeit 134
Rübenblattwanze, Bekämpfung durch Bodenbearbeitung 81
— und Bodenbeschaffenheit 56
— — Saatzeit 135
Rübenfliege, Bekämpfung durch Bodenbearbeitung 81
Rübenhygiene 35
Rübenmüdigkeit 52
Rübensamenbeizung 351
Rüsselkäfer, Bodenentseuchung mit Fluorkieselsäure 226

Saatenanerkennung 126
Saatenstandsberichterstatter 6
Saatgut, Anforderungen an gesundes 123
Saatgutauslese 123—127
Saatgutbehandlung zur Bodenentseuchung 188, 191
Saatgutbeizung 334—375
Saatgutentseuchung 334—375
Saattiefe 136—138
Saatzeit 127—136
— passendste 129
Sachverständige für Ausstellung von Ursprungs- und Gesundheitszeugnissen 402
Sanierungsverfahren für Bodenentseuchung 186
Sanitätsabkommen, internationales 374
San-José-Schildlaus, Behandlung verseuchter Sendungen bei Einfuhr nach Großbritannien 407
— Bekämpfung durch Entseuchung der Jungpflanzen 372
— Folgen der Einschleppung 377
Sanninoidea exitiosa, Bodenentseuchung mit Chlornitrobenzol 298
— — — Dichloräthan 269
— — — Dichloräthyläther 276
— — — o-Dichlorbenzol 296
— — — Hexachloräthan 271
— — — Kalkstickstoff 246
— — — Naphthalin 317
— — — Natriumcyanid 238
— — — Paradichlorbenzol 292
— — — Schwefelkohlenstoff 259
— — — Sulfokarbonaten 265

Sanninoidea exitiosa, Bodenentseuchung mit Tetrachloräthan 270
— — — Tetrachlorkohlenstoff 266
— *graefi*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
— *opalescens*, Bodenentseuchung mit Dichloräthan 269
— — — Dichloräthyläther 276
— — — Paradichlorbenzol 293
— *pictipes*, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
Saperda candida, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 293
— — — Schwefelkohlenstoff 259
Sauerkrankheit 51
Scarabaeiden, Bodenentseuchung mit o-Dichlorbenzol 296
Schadenschätzung, amerikanische 7
— eigentliche 7
— in Deutschland 6
Schadenswerte, Ermittlung 4—9
Schadenszahlen 9—13
Schäden an lagernden Ernteprodukten und verarbeiteten pflanzlichen Erzeugnissen 9
— Arten 2—4
— Getreiderost 12
— Oidium 12
— periodisches Auftreten 3
— Peronospora 12
— stationäres Auftreten 3
Schädlingsbekämpfung im Obstbau, Mehrwert der Ernte 16
Schälen, hygienische Bedeutung 76
Schätzung der Vereinten Nationen 9
Schizonycha, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 308
— — Schwefel 225
Schnaken, Verhütung durch Fruchtwechsel 109
Schneeschimmel, Bekämpfung durch Beizung 349
— — späte Aussaat 128
— Verhütung durch Dränung 73
Schoenobius, Bekämpfung durch Überflutung 157
Schorf an Rüben, Verhütung durch Entwässerung 73
— Bekämpfung durch Beizung 358
Schossen von Rüben und Kohlrabi, Zunahme durch frühe Aussaat 136
— von Zuckerrüben, Verhütung durch Sortenwahl 121
Schutzbeizung 336
Schutzverfahren für Bodenentseuchung 185, 186
Schutzzone 414
Schwarzbeinigkeit, Bekämpfung durch Beizung 358
— des Weizens, Verhütung durch Fruchtfolge 106
Schwefel zur Bodenentseuchung 222
Schwefelkalkbrühe zur Bodenentseuchung 225
Schwefelkohlenstoff, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
— Giftwerte 198
— Wirkungsbreite 330
— zur Bodendämpfung 169
— — Bodenentseuchung 249
Schwefelkohlenstoffbegasung 373
Schwefelkohlenstoffemulsionen zur Bodenentseuchung 253
schwefelkohlenstoffentbindende Salze zur Bodenentseuchung 264
Schwefelkohlenstoffsapikat, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
Schwefelkohlenstoffverbindungen zur Bodenentseuchung 249
Schweinfurter Grün zur Bodenentseuchung 222
Schweröl zur Bodenentseuchung 322
Sciara, Bodenentseuchung mit Benzol 321
Sciara-Larven, Bekämpfung durch Elektrizität 158
Sciara caisar, Bodenentseuchung mit Kalomel 214
— — — Sublimat 210
Sciobus granosus, Bodenentseuchung mit Kreosot 322
Sclerotienkrankheit des Tabaks und Saatzeit 134
Sclerotinia, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 232
— *bulborum*, Bodenentseuchung mit Pentachlor-nitrobenzol 299
— *fructicola*, Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 245
— *gladioli*, Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 216
— — — Sublimat 209
— *minor*, Bodenentseuchung mit Äthylmercurichlorid 217
— — — Äthylmercuriphosphat 216
— — — Chlorphenolquecksilber 215
— — — Essigsäure 228
— — — Formaldehyd 232
— — — Kalomel 212
— — — Karbolsäure 312
— — — o-Oxychinolin 328
— — — Pentachlornitrobenzol 299
— — — Schwefelsäure 227
— — — Sublimat 209
— — — Zyanmerkurikresolnatrium 216
— *sclerotiorum* an Tabak und Stickstoffdüngung 92
— — Bekämpfung durch Bodendämpfung 172
— — — Bodenerhitzung 161
— — — Sonneneinstrahlung 159
— — — Überflutung 155
— — Bodenentseuchung mit 1-Chlor-3-brompropylen 289

Sclerotinia sclerotiorum, Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 215
— — — Chlorpikrin 281
— — — dithiocarbaminsauren Salzen 249
— — Formaldehyd 232
— — — Kalkstickstoff 245
— — Kalomel 212
— — — Kupfer 206
— — — Malachitgrün 327
— — — Methylbromid 285
— — Pentachlornitrobenzol 299
— — — Schwefelsäure 227
— *trifoliorum*, Bodenentseuchung mit Pentachlor-nitrobenzol 299
— — und Bodenbeschaffenheit 57
— — Verhütung durch Bodenentfeuchtung 73
Sclerotium adelphi, Bodenentseuchung mit Pentachlor-nitrobenzol 299
— *cepivorum* Bodenentseuchung mit Formaldehyd 234
— — — Kalomel 212
— — Pentachlornitrobenzol 299
— — und Fruchtfolge 108
— *delphinii*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 234
— — — Paraformaldehyd 235
— — — Sublimat 210
— *gladioli*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 234
— *rolfsii*, Bekämpfung durch Abbrennen 160
— — — Überflutung 155
— — Bodenentseuchg. m. Ammoniak 201
— — — Äthylmercurichlorid 217
— — Äthylmercuriphosphat 216
— — — 1-Chlor 3-brompropylen 289
— — Chlorpikrin 282
— — — DD 273
— — Dibromäthan 288
— — — Dichloräthan 269
— — — Formaldehyd 234
— — Kupfer 206
— — — Methylbromid 285
— — Paraformaldehyd 235
— — — Pentachloräthan 271
— — Schwefelkohlenstoff 256
— — Sublimat 210
— — — Tetrachloräthan 270
— — — Trichlorbenzol 297
— *tuliparum*, Bodenentseuchung mit Pentachlor-nitrobenzol 299
Scotinophara lurida, Bekämpfung durch Überflutung 156
Scutigerella immaculata, Bekämpfung durch Bodendämpfung 173
— — Überflutung 156
— — Bodenentseuchung m. Bleiarsenat 222
— — — Chlorpikrin 282
— — DDT 301
— — Dichloräthyläther 276
Scutigerella immaculata, Bodenentseuchung mit Hexamitteln 307
— — — Kaliumxanthogenat 266
— — Kalziumcyanid 241
— — — Kalziumkarbid 327
— — Kreosot 322
— — Kresol 314
— — Methylbromid 286
— — — Naphthalin 316
— — Nikotin 328
— — Paradichlorbenzol 291
— — Parathion 326
— — — Schwefelkohlenstoff 257
— — Sublimat 210
— — Tetrachlorkohlenstoff 266
Seide, Reinigung des Saatgutes 126
sekundäre Beizwirkung 336
Semesan = Chlorphenolquecksilber
Senföl, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
Senföle zur Bodenentseuchung 248
Septoria apii, Bekämpfung durch Düngung 93
Seuche, echte 40
Seuchengebiet 414
seuchengefährdet 414
Seuchenherd 414
Seuchenstelle 414
seuchenverdächtig 414
sheraqui-Brache 158
Sicherheitsgürtel 414
Simultandesinfektion 186
Sitodiplosis mosellana, Bodenentseuchung mit Kainit 200
— — — Kalk 204
— — — Kalkstickstoff 247
— — — Paradichlorbenzol 295
Smittia byssina, Bodenentseuchung mit Sublimat 210
— *macleayi*, Bodenentseuchung mit Kalk 204
Solenopsis geminata, Bodenentseuchung mit Kresol 314
Sonneneinstrahlung zur Bodenentseuchung 158
„soreshin" an Baumwolle u. Saatzeit 129
Soreshin-Pilz und Saattiefe 138
Sortenhabitus als Schutz gegen Erkrankung 116
Sortenwahl 113—123
Spargelrost, Bekämpfung durch Meldepflicht 412
— Einwanderung nach Kalifornien 387
— Pflicht zur Nachforschung 413
Sperrung der Seuchengebiete 410—417
Sphaerotheca mors uvae, Bekämpfung durch Resistenzzüchtung 122
Sphecius speciosus, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 243
Spießverfahren zur Bodendämpfung 167.
Spitzendürre an Obst und Pflanztiefe 138
— Verhütung durch Düngung 91

Spondylocladium atrovirens, Bodenentseuchung mit Quecksilberoxyd 214
Spongospora subterranea, Bodenentseuchung mit Schwefel 224
Spritzpfahl 190
Spritzverfahren zur Bodenentseuchung 187
Staat und Pflanzenschutz 24—25
Stallmist und Schädlingsauftreten 102
Standardwerte für Ausfuhr 403
Standfestigkeit und Düngung 88
Standort 36
Standortsberücksichtigung 36—60
Standortsfaktoren 45
Standortsoptimum 8
Standortsrasse 42
Standortsverbesserung 60—104
Standweite 139—143
Staphylinidae, Bodenentseuchung mit Benzin 324
— — Benzol 321
Stationäres Auftreten von Schädlingen 3
Statistik der Ernteschäden 9
Staubnaßbeize 343
Staudenauslese bei der Kartoffel 125
Steinbrand, Bekämpfung durch Beizung 349, 363
— und sortentypischer Entwicklungsrhythmus 118
Stephanoderes hampei, Ertragssteigerung durch Bekämpfung 18
— Schadenschätzung 18
Sterilisation 335
Stippigwerden des Obstes und Bewässerung 71
Streifenkrankheit, Bekämpfung durch Beizung 349
Streuverfahren z. Bodenentseuchung 187
Strigoderma arboricola, Bodenentseuchung mit DDT 302
Sublimat zur Bodenentseuchung 208
Synchytrium endobioticum, Bekämpfung durch Abbrennen 160
— — — Elektrizität 157
— — — Resistenzzüchtung 20, 122
— — Bodenentseuchung mit Formaldehyd 231
— — — Kalziumhypochlorit 225
— — — Kupfer 205
— — — Schwefel 224
— — — Schwefelsäure 227
— — — Thiocyanate 247
syngene Parasiten 91

Tabaksamen, Beizung 356
Tabakvirus, Ausschaltung durch Bodendämpfung 171
Tachypterellus quadrigibbus, Bodenentseuchung mit Kerosin 325
Taeniothrips gladioli, Bodenentseuchung mit Dichloräthan 270
— *inconsequens*, Bodenentseuchung mit Dichloräthyläther 276
Tannenrindenwollaus 46
Tannensterben 46
Tarsonemus approximatris, Bekämpfung durch Warmwasserbad 371
— spirifex 110
Tauchbeize 337
Tausendfüßler, Bodenentseuchung mit Kreosot 322
— — Natriumcyanid 237
TDE zur Bodenentseuchung 304
Technische Schäden 3
Teerdestillate zur Bodenentseuchung 320
Termiten, Bodenentseuchung mit Arsentrioxyd 218
— — Benzol 321
— — Bleiarsenat 220
— — Chlordane 310
— — DDT 301
— — o-Dichlorbenzol 296
— — Diphenylamin 328
— — Fluorkieselsäure 226
— — Kerosin 324
— — Natrium-Arsenit 222
— — Natriumcyanid 237
— — Paradichlorbenzol 291
— — Pentachlorbenzol 297
— — Rohpetroleum 323
— — Schwefelkohlenstoff 258
— — Schweinfurter Grün 222
— — Trichlorbenzol 297
Tetrachloräthan z. Bodenentseuchg. 270
Tetrachlorbenzochinon zur Bodenentseuchung 312
Tetrachlorkohlenstoff, Giftwerte 198
— zur Bodenentseuchung 266
Tetramethyldiuramdisulfid zur Bodenentseuchung 249
Tetramorium caespitum, Bodenentseuseuchung mit Dichloräthan 269
— — — Karbolineum 321
— — — Naphthalin 316
— — — Schwefelkohlenstoff 264
Tetranychus telarius, Bodenentseuchung mit Naphthalin 319
Thaeniothrips inconsequens, Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 246
The insect pest survey 13
Therapie 30
— und Hygiene, Unterscheidung 31
thermotherapeutischer Index 337
Thielavia basicola, Bekämpfung durch Bodendämpfung 172
— — — Bodenerhitzung 161
— — — Sonneneinstrahlung 159
— — Bodenentseuchung mit Chlorphenolquecksilber 216
— — — Chlorpikrin 281
— — — DD 273
— — — Dibromäthan 288
— — — dithiocarbaminsauren Salzen 249
— — — Essigsäure 228
— — — Formaldehyd 233

Thielavia basicola, Bodenentseuchung mit Kupfer 206
— — — Natrium selenat 327
— — — Schwefelkohlenstoff 256
Thiocarbamate zur Bodenentseuchung 248
Thiocyanate zur Bodenentseuchung 247
Thiocyanester zur Bodenentseuchung 247
Thomasiniana theobaldi, Bodenentseuchung mit Chlordane 311
Tibicen davisi, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 258
Tilletia, Bekämpfung durch Beizung 362
— *caries*, Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 245
— *tritici*, Abschöpfen der Brandbutten 125
— — und Saattiefe 137
— — Saatzeit 130
— — — Standweite 142
— Verhütung durch Saatgutauslese 125
Tipula, Bodenentseuchung mit Benzin 324
— — Bleiarsenat 221
— — DDT 303
— — o-Dichlorbenzol 296
— E 605 326
— — Follidol 326
— — Hexamitteln 309
— Naphthalin 318
— *oleracea*, Bodenentseuchung mit Kainit 200
— — Schwefelkohlenstoff 264
— *paludosa*, Bekämpfung durch Überflutung 157
— — Bodenentseuchung mit Kalkstickstoff 246
Tipulidae, Bodenentseuchung mit Ammonchlorid 202
— — Ammoniak 202
— — Ammonkarbonaten 202
— — Karbolineum 321
TMTD zur Bodenentseuchung 249
Tomaspis sacharina, Bekämpfung durch Überflutung 156
Tomaten, Düngung gegen Aufspringen 90
Tomatenmosaikvirus, Ausschaltung durch Bodendämpfung 171
Toxaphen zur Bodenentseuchung 311
Toxizitätsbestimmungen von Bodenentseuchungsmitteln 193—198
Trametes radiciperda und Bodenart 57
Trichloräthan zur Bodenentseuchung 270
Trichlorbenzol zur Bodenentseuchung 297
Trichlorbutylen zur Bodenentseuchung 275
Trichlordinitrobenzol zur Bodenentseuchung 299
Trichoderma als Antagonist 150
Trinitrophenol zur Bodenentseuchung 298
Trockenbeize 341
Tuburcinia cepulae, Bodenentseuchung mit chlorierten Chinonen 312
— — — dithiocarbaminsauren Salzen 249
— — — Formaldehyd 231, 232
— — — Kaliumbichromat 217
— — — Natriumnitrit 327
— — — Pentachlornitrobenzol 299
— — — Schwefel 224
— — — Tetramethyldiuramdisulfid 249
Tychius quinquepunctatus, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 263
Tylenchus, Bodenentseuchung mit Kalk 203
— *devastatrix*, Bekämpfung durch Warmwasserbad 371
— *dipsaci*, Bekämpfung durch Auswahl gesunder Saatpflanzen 125
— — und Fruchtfolge 108
— *semipenetrans*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 282
— — — DD 274
— — — Dichloräthan 269
— — — Schwefelkohlenstoff 257
— *tritici*, Abschöpfen der Gichtkörner 125
— — Verhütung durch Fruchtwechsel 110
Typhula graminum und Bodenreaktion 100

Überflutung zur Bodenentseuchung 153 bis 157
Überschußbeize 343
Überwachung der Erzeugungsstätten 403
Überwachungsdienst 403, 411
Ulmensterben, Einfuhrregelung in USA 394
Uncinula necator, Bodenentseuchung mit Schwefel 224
Untergrundbewässerung 71
Unterpflügen zur Schädlingsbekämpfung 76
Urbarmachungskrankheit und Boden 51
— Verhütung durch Kupfernitrat 87
— — Kupfersulfat 86
Uromyces pisi und Stickstoffdüngung 92
Urophlyctis alfalfae, Verhütung durch Dränung 73
Ursprungs- und Gesundheitszeugnis, brasilianisches 404
— französisches 404
Ursprungszeugnisse 399
Uspulun, Bekämpfungskosten für Bodenentseuchung 332
Uspulun = Chlorphenolquecksilber

Ustilago avenae, scheinbare Resistenz 120
— — und Saattiefe 137
— — — Saatzeit 131
— — — Stickstoffdüngung 92
— — Verhütung durch Saatgutauslese 124
— *hordei* und Saattiefe 137
— *laevis* und Bodenreaktion 101
— *nuda*, scheinbare Resistenz 120
— — und Blühart der Gerste 117
— — — sortentypischer Entwicklungsrhythmus 118
— *tritici* und Saattiefe 137
— — Verhütung durch Saatgutauslese 124

Vakuumverfahren 369
Verbrauch von Pflanzenschutzmitteln 22
Verbreitung eines Schädlings im Lande, Verhütungsmaßnahmen 413
— von Parasiten, verschiedene Möglichkeiten 386
Verbreitungsprognose für Schädlinge 389
Verdächtige Sendungen, Behandlung an den Einlaßstellen 406
Vergällen der Eiablagestätten 76
— der Eiablage durch Bodenbearbeitung 78
Vergasungsmittel zur Bodenentseuchung, Adsorption am Boden 179—182
— zur Bodenentseuchung, Diffusion im Boden 180—182
— zur chemischen Bodenentseuchung, physikalisch-chemische Eigenschaften 178—182
Vergeltungsmaßnahmen 384
Vergiftungserscheinungen nach Bodendämpfung 175
Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen 26–143
Verkehrsbeschränkungen gegen Verschleppung vom Seuchenherd 415
Versandverbote, allgemeine 416
Versauerungskrankheit, Verhütung durch Düngung 87
Verschleppung von Großschädlingen durch den Verkehr 2
— — Pflanzenkrankheiten 20
— — Pflanzenschädlingen 375—379
— — Schädlingen 391
— — — Voraussetzungen für Verhinderung 410
verseuchte Plätze, Betretungsverbot 415
— Verbot der Entfernung von Gegenständen 415
verseuchte Sendungen, Behandlung an den Einlaßstellen 407, 415
verseuchter Boden 414
— Platz 414
Versicherung gegen Forstinsektenschäden 24
Verticillium, Bodenentseuchung mit DD 273
Verticillium, Bodenentseuchung mit Paraformaldehyd 235
— — Schwefel 224
— *albo-atrum*, Bodenentseuchung mit 1-Chlor-3-brompropylen 289
— — — Chlorpikrin 281
— — — Formaldehyd 233
— — — Pentachlornitrobenzol 299
— *cinerescens*, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 233
— *dahliae*, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 281
— — — Formaldehyd 233
— — — Schwefelsäure 227
Verunkrautung, Verluste 11
Vespa, Bodenentseuchung mit Schwefelkohlenstoff 264
Vesperus strepens, Bodenentseuchung mit Sulfokarbonaten 265
— *xatarti*, Bodenentseuchung m. Schwefelkohlenstoff 263
Viren, Bodenentseuchung mit Formaldehyd 231
Virosen, Verhütung durch Sortenwahl 121
Virulenztheorie 27
Viruskrankheiten an Kartoffeln und Nachbarschaftswirkung 110
Volkswirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes 20—23
Vorentseuchung 185

Wärmeausstrahlung, effektive 64
— Herabsetzung der nächtlichen 63
Waggondurchgasungen 373
Waldbrandversicherung 24
Waldhygiene 35
Warmwasserbenetzungsbeize 365
Wasserhaushalt des Bodens, Regelung 68
Weinklima 47
Weißährigkeit und Boden 54
— — Klima 46
— Verhütung durch Hackkultur 80
Weizenbrand, Bekämpfung durch Beizung 361
Weizenflugbrand, Bekämpfung durch Beizung 362, 363
Welkekrankheit u. Grundwasserstand 71
Weltstatistik 8
Wiesenschnaken, Bekämpfung durch Bodenentfeuchtung 73
— Schutz durch Düngung 93
Wildfeuer des Tabaks und örtliche Lage 59
Wind, Beeinflussung von Schädlingsauftreten 60
Windschutz, Beeinflussung des Lokalklimas 67
Wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes 1—25
Wurzelbrand, Bodenentseuchung mit Ameisensäure 227
— — Kalkstickstoff 245

Wurzelbrand, Bodenentseuchung mit Kalziumhypochlorit 225
— — o-Oxochinolin 328
— — Tetramethyldiuramdisulfid 249
— der Rüben, Verhütung durch Bodenlockerung 81
— — — Dränung 73
— — — Düngung 92
— Verhütung durch flache Saat 138
— — Kalk 99
— von *Pinus silvestris*, Bekämpfung durch Antagonisten 150
Wurzelläuse, Bodenentseuchung mit Kresol 314

Xerophilaphis scorzonerae, Bodenentseuchung mit Chlorpikrin 282
Xylocrius agassizi, Bodenentseuchung mit Kalziumcyanid 243
Xylocrius agassizi, Bodenentseuchung mit Paradichlorbenzol 294

Zabrus tenebrioides, Bodenentseuchung mit Kainit 199
— — — Schwefelkohlenstoff 259
— — und Nachbarschaftswirkung 110
Zierpflanzensamenbeizung 353
Zinkamalgam zur Bodenentseuchung 214
Zollverschluß für Durchfuhr 409
Zuckerrübenkrankheiten und Bodenbearbeitung 75
Zunahme der Krankheiten 2
Zwergsteinbrand, Bekämpfung durch Beizung 350
Zwiebelbeizung 360
Zwiebelfliege und Gemengebau 112
Zwiebelrotz, Bekämpfung durch Saatgutauslese 126
Zwischenkultur und Parasitenbefall 113
Zyanmerkurikresolnatrium zur Bodenentseuchung 216
Zyklonverfahren 373